

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Industrial

“Proyecto de aplicación de teoría de colas, caso aplicado a departamentos de servicios estudiantiles,
UNPHU”



Trabajo de Grado Presentado por:

Jazmín Ruíz Castellanos

Lorena González Muñoz

Para la obtención del grado de Ingeniero Industrial

Santo Domingo, D.N.

2014

ÍNDICE

Agradecimientos.....	i
Dedicatorias	vi
PRIMERA PARTE: GENERALIDADES.....	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Descripción del proyecto	2
1.2 Justificación	3
1.3 Motivación.....	4
1.3.1 Motivación (Jazmín Ruiz).....	4
1.3.2 Motivación (Lorena González)	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.2 Planteamiento del problema	6
2.3 Alcance y límites del proyecto	10
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO	12
3.1 Introducción.....	12
3.2 Cola o línea de espera	12
3.3 Teoría de colas	13
3.3.1 Objetivos de la teoría de colas.....	13
3.3.2 Elementos de la teoría de colas	14
3.3.3. Tipos de modelos de colas	15
3.3.4 Terminología de la teoría de colas	16
3.4 Estudio de tiempo	17
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO.....	18
4.1 Método de estudio.....	18
4.2 Diseño de la investigación.....	19
4.3 Método de la investigación.....	19
4.3.1 Método inductivo	19
4.3.2 Método deductivo	20

4.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos.....	21
SEGUNDA PARTE: DESARROLLO DEL PROYECTO.....	22
CAPÍTULO V ESTUDIO DE MERCADO	23
5.1 Introducción.....	23
5.2 Encuestas	24
5.2.1.Datos generales de los estudiantes	24
5.2.2.Nivel de satisfacción del estudiante	29
5.2.3.Servicios ofrecidos en Caja.....	31
5.2.4.Servicios ofrecidos en Comisión de Horarios	32
5.3 Aceptación de la propuesta por medio de las encuestas.....	33
5.4 Análisis de la competencia	35
5.4.1 UNIBE.....	35
5.4.2 UASD.....	36
5.4.3 INTEC.....	36
5.4.4 APEC	37
CAPÍTULO VI ESTUDIO TÉCNICO.....	38
6.1 Modelo de teoría de colas.....	38
6.1.1 Identificación del modelo de teoría de colas	38
6.1.2 Aplicación del modelo de teoría de colas.....	40
6.1.2.1 Caja.....	41
6.1.2.2 Cobro de Matrícula	45
6.1.2.3 Comisión de Horarios	48
6.1.3 Simulación	52
6.1.3.1 Caja.....	53
6.1.3.2 Cobro de Matrícula	59
6.1.3.3 Comisión de Horarios	62
CAPÍTULO VII ESTUDIO ECONÓMICO	67
7.1 Propuesta económica del sistema.....	67
CAPÍTULO VIII DISEÑO DE LA PLATAFORMA.....	69
8.1 Descripción del sistema	69
8.2 Características del sistema	70
8.3 Funcionamiento del sistema.....	70
8.3.1 Interfaz gráfica	71

8.3.2 SMS.....	72
8.3.3 Variaciones en las citas	74
CAPÍTULO IX CONSIDERACIONES FINALES	75
9.1 Conclusión.....	75
9.2 Recomendaciones.....	78
CAPÍTULO X REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
10.1 Bibliografía	80
10.2 Referencias de internet	80
CAPÍTULO XI ANEXOS	81
11.1 Anexo A.....	81
11.2 Anexo B.....	85
HOJA DE EVALUACIÓN	87

Agradecimientos

Jazmín Ruíz Castellanos

“Quiero dar las gracias a Dios por darme la oportunidad, el entendimiento y la fortaleza para lograr concluir mi tan anhelada carrera universitaria.

De igual forma, agradezco a mi madre, por ser mi apoyo incondicional en cada momento de mi vida, descuidar sus quehaceres para cocinarme a deshoras para evitar que llegara tarde a mis clases, por irme a esperar todas las noches a la parada del autobús y levantarse temprano a encaminarme a la misma. Agradezco a mi padre, por brindarme toda la ayuda económica, incluso cuando yo podía costear mis estudios. Asimismo, doy gracias a mi hermano Elmis, por ayudarme cada vez que se me olvidaba salvar mi tarea en la memoria USB y tenía que enviármela a mi correo, por ir a pagar la universidad en mi lugar, cuando el trabajo no me lo permitía; a mi hermano Eduin, por darme ideas e inspirarme en mis proyectos de investigación y siempre mostrarse interesado y orgulloso con los resultados de los mismos; a Edwin por apoyarme en los momentos difíciles y en los no tan difíciles de mi vida, a mi amiga preciosa Wendy, que son su esmero y amor siempre me ha recordado quien soy en cada momento.

Igualmente, agradezco a todos mis compañeros, los cuales siempre me apoyaron en cada momento de estudio, desmotivación, celebración, cuando me explicaban algo que no comprendía o si me ausentaba en una clase; son muchos, pero dentro de ellos quisiera mencionar a: Víctor Castro, Carol Lluveres, Mariajosé Cabrera, Héctor Mota, Alejandro Peña, y en especial a mi compañera de trabajo de grado, Lorena González, por su comprensión y motivación aun en aquellos momentos en los que no tenía deseos de trabajar en nuestra tesis. También agradezco a mis amigos personales, que siempre estuvieron presentes para apoyarme y escucharme cuando me frustraba una clase o un profesor; quisiera mencionar a: Jocarly Durán, Emmanuel Vásquez, Julio Aristy, Oscar Alberto.

De la misma manera, agradezco a mis maestros, por compartir sus conocimientos conmigo, y ayudarme en aquellos momentos de desmotivación y estancamiento, guiándome a encontrar la salida y a obtener los resultados deseados, dentro de los cuales quisiera mencionar a: Nelbry Zapata, Melissa Díaz, Genaro Rodríguez, Luis José Castro, Emgelberth Vargas, Ramón Tavárez, y en especial a Marcelino Paniagua por asesorarme en mi trabajo de grado y siempre impulsarme a mejorar. Asimismo agradecer a Mónica Pilar, por ayudarme a encajar todas mis asignaturas, aun cuando no habían cupos y hacer hasta lo imposible para que pudiese tomar todas las asignaturas que quería.”

Lorena González Muñoz

“Nada de esto hubiera pasado si Dios no lo hubiera dispuesto así, por lo tanto, agradezco ante todo a nuestro Padre Celestial por haberme colmado de tantas bendiciones, las cuales me dieron la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi hermano Edgar Muñoz, a quien también pertenece este logro, más que un hermano un padre que siempre está a mi lado, a quien debo casi toda mi educación y mis valores.

En tercer lugar, agradezco a mi tía Gladys Muñoz, quien a pesar de tener cuatro hijos, nos acogió a mí y a mi hermano en su casa para darnos sustento, educación y el amor de una madre al momento de la nuestra fallecer. Tía, muchas gracias por todo lo que has hecho por nosotros, este logro también es tuyo.

De igual manera, quiero agradecer a mi compañera y amiga Jazmín, por ayudarme a terminar este proyecto con éxito y ser un gran apoyo en los últimos cuatrimestres de la carrera.

Cuando mi vida universitaria comenzó tenía mucho miedo, y personas que estaban en mi vida desde antes me ayudaron un poco con esto. Miguel Ángel Báez, mil gracias por estar conmigo desde el primer día de clases en la UNPHU, es por esto y muchas cosas que eres mi mejor amigo.

De igual forma, por brindarme su amistad incondicional desde el colegio, Heliana, Krystal, Joanny y Nathaly, las llevo en mi corazón.

Estos cuatro años estuvieron llenos, además de conocimiento y superación, de alegría, trabajo en equipo y amistades de por vida. Isaura, gracias por siempre apoyarme en todo; Aleyda, nunca olvidaré la forma en que me ayudaste con mi proyecto de Dibujo I, hecho que me mostró que eres una gran amiga y una persona muy leal; Ana Katerina, gracias por siempre estar dispuesta y dar lo mejor de ti siempre; Valeria, fuiste la primera amiga que hice en la universidad y que espero conservar; Alejandro, a pesar de que eres de otra rama de la Ingeniería te tomé un gran cariño y espero que siempre sigamos siendo amigos, gracias por todo el apoyo que me brindaste; Susanna, aunque al principio no compartíamos mucho, gracias por enseñarme tantas cosas y por tu linda amistad. Ángel Blanco, Marcell Martínez, Hector Mota, Yeison Disan, Juana Stephany Batista, Yuli Familia, Litania Sánchez, Luis Miguel López, José Manuel Heredia, Pamela Tejeda, Fernando Montero, Elba Rodríguez, Víctor Messina, Ferney Prince, Gregory De la Paz, Emmanuel Uribe, Mariajosé Cabrera, Víctor Castro, Hamoon Khorsandi, Armando Cabral, Víctor Balbi, Emmanuel Coste y Francisco Del Castillo, gracias por hacer de la UNPHU el mejor lugar para estudiar.

No podría dejar de agradecer a mis chiliheads, mis compañeros y amigos de trabajo, por permitirme no sólo estudiar y trabajar al mismo tiempo, sino también seguir siendo una buena estudiante. En particular quiero mencionar a Elizabeth Santos, Julio Dujarrick, Patricia Pérez, Alba Aybar, Ruth Moloon y Mariel Abreu por siempre concederme los cambios de horario que

necesitaba; además de a mis otros gerentes y supervisores por estar pendientes de mi crecimiento profesional. A mis amigos Víctor Díaz, Masiel Tejeda, Bolívar Terrero, Kirsy Feliz y Yoselin Quezada por preocuparse por mí y ser un gran apoyo en esta etapa.

También, le agradezco a Amelia Cuesta, porque a pesar de que nuestra amistad no tiene muchos años, cuando la necesito está ahí para mí y fue de gran ayuda cuando en medio de la realización de este trabajo de grado no podía utilizar mi mano derecha y no podía digitar y ella con mucho gusto se ofreció a hacerlo sacrificando sus vacaciones. Te quiero un mundo ami.

Por último pero no menos importante, quiero agradecer a las personas que después de Dios hicieron esto posible, mis profesores: Dolly Martínez, Benita Pilar, Nelbry Zapata, Melissa Díaz, Luis Castro, Teodoro Burgos y Manuel Pérez. Al profesor Ramón Tavárez por confiar en mí y darme la oportunidad de ser monitora de mecánica y por enseñarme tantas cosas. A Marcelino Paniagua, que además de ser nuestro asesor y el profesor de las materias más difíciles, me enseñó que siempre que te brinden la información necesaria se puede cumplir con el objetivo. A Mónica Pilar, por entregarse por completo a la escuela, a sus muchachos; por ser una ingeniera sin título. Al director y a quienes hacen que la universidad funcione, porque hacen posible que cada año cientos de estudiantes cumplan su sueño de ser profesional.”

Dedicatorias

Jazmín Ruiz Castellanos

“Con todo mi amor, para las personas que me dieron la vida e hicieron hasta lo imposible para que yo pudiera alcanzar este gran logro, por motivarme y darme un apoyo incondicional y puro, no solo en el aspecto económico, sino emocional y espiritual, con todo mi corazón y agradecimiento.

Mami y Papi”

Lorena González Muñoz

“Este trabajo está dedicado a mi madre, Francisca Muñoz, que aunque solo la tuve por siete años de mi vida, me enseñó cómo ser una persona trabajadora y dedicada, ya que era madre soltera y nos dio, a mi hermano y a mí, todo el amor que necesitábamos.

También está dedicado a mi hermano, quien cambió la graduación de su universidad por la mía, al posponer su monográfico cada vez que yo necesitaba algo para mi educación.”

PRIMERA PARTE
GENERALIDADES

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del proyecto

Estudiar, hoy en día, se ha vuelto un desafío para los jóvenes. No tan solo por la poca preparación que reciben en el bachillerato, sino también por lo costosa que se encuentra la educación superior para los que optan por realizar estudios superiores en universidades privadas.

Un escenario común entre los jóvenes dominicanos es que trabajen y estudien simultáneamente, con el objetivo de poder prepararse académicamente, suplir sus necesidades y saldar sus gastos, por lo que el tiempo se les reduce y al momento de realizar cualquier diligencian se ven forzados a hacer malabares para poder hacerlo todo a tiempo; por lo tanto, nos encontramos en la necesidad de tratar de prolongar el día en la medida de lo posible tratando de realizar la mayor cantidad de tareas en el menor tiempo, para poder lograr nuestras metas diarias.

La Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU) fue fundada el 21 de abril de 1966 con carácter de institución privada, sin fines de lucro. Dicha institución lleva 48 años formando a profesionales en las siete facultades que conforman esta casa de altos estudios. Son más de 29,000 los egresados que han sido reconocidos nacional e internacionalmente por sus aportes en su desempeño profesional en las distintas áreas. En la actualidad esta institución educativa alberga a

5,000 estudiantes aproximadamente, los cuales deben de realizar transacciones en los distintos departamentos de servicios estudiantiles cada cuatrimestre.

Cada uno de los procesos que los estudiantes realizan conlleva tiempos excesivos que repercuten en la cantidad de horas desperdiciadas en una cola a la espera de atención, representando insatisfacción para los estudiantes de la entidad académica.

Por las razones expuestas anteriormente hemos identificado la necesidad de contribuir a la reducción de las colas que se forman en los departamentos de Caja, obro de Matrícula y Comisión de Horarios de la UNPHU, con el propósito de disminuir el tiempo de espera de los estudiantes, y así poder satisfacerlos de una forma más eficiente.

1.2 Justificación

La importancia de este trabajo radica en la necesidad de mejorar el entorno de vida universitaria de los estudiantes, reduciendo el tiempo de espera en las colas que se forman en los departamentos estudiantiles y aumentando la calidad del servicio brindado a las personas; de forma que se mejore también la eficiencia de estos departamentos, contribuyendo así al aumento del nivel de matriculación anual, que en la actualidad es de 1000 estudiantes anualmente, así como también al mejoramiento de la imagen de la universidad.

1.3 Motivación

1.3.1 Motivación (Jazmín Ruiz)

Siendo beneficiada con media beca para realizar mis estudios en la UNPHU, he sido impulsada a devolver un poco de todo lo que dicha entidad me ha ofrecido, y considero que es una grandiosa oportunidad para demostrar todos los conocimientos adquiridos en las asignaturas de mi carrera, Ingeniería Industrial, al mismo tiempo, que contribuyo a mejorar la institución que tanto me ha dado.

1.3.2 Motivación (Lorena González)

Como estudiante de la UNPHU por cuatro años he notado el deseo de dicha institución por volver a ser una de las primeras opciones de los bachilleres al escoger una universidad, lo cual están logrando al otorgar a muchos de ellos becas estudiantiles para premiar la excelencia y ayudarlos económicamente. Fui una de esas estudiantes, por lo que mi motivación al hacer este trabajo, el cual ayudará a la universidad a brindar un mejor servicio, es el agradecer a la institución por la media beca obtenida.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de mejora de atención al estudiante mediante la aplicación de modelos de colas en los departamentos de Cobro de Matrícula, Caja y Comisión de Horarios de la UNPHU.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Estandarizar los parámetros del método de asistencia al estudiante en los departamentos de Caja, Cobro de Matrícula y Comisión de Horarios.
2. Calcular el tiempo estándar de atención al estudiante en los departamentos estudiantiles de la universidad.
3. Seleccionar el modelo de colas que mejor se ajuste a nuestro proyecto.
4. Calcular las variables de entrada para la aplicación del modelo de colas.
5. Evaluar sistemas de control de formación de colas.
6. Demostrar la factibilidad técnica de nuestra propuesta.
7. Calcular la inversión inicial de la implementación de nuestro proyecto.
8. Proponer el diseño de una plataforma para controlar la formación de colas en los departamentos de Caja, Cobro de Matrícula y Comisión de Horarios de la UNPHU.

CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes

Vivimos en una cultura acelerada, donde la actividad constante es muy común en la mayoría de los individuos de este país. El “empleo del tiempo” se entiende como una categoría que expresa el tiempo que dispone cada individuo, cada grupo y cada sociedad; es el marco temporal de las actividades que la población realiza en la vida diaria, las cuales se distribuyen según un orden y una estructura que revelan el estado de desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones sociales.

Analizando el párrafo anterior se entiende que las actividades diarias se distribuyen con un orden, y si una de estas actividades sobrepasa el tiempo que hemos determinado para ella, ese “orden” se rompe. Estancado en una cola es muy probable que esto suceda.

Con el incremento del cuerpo estudiantil, que según la Oficina Nacional de Estadística desde el 2007 el alumnado ha aumentado de 3,311 estudiantes a 5,000, en la actualidad se ha presentado la problemática del aumento del tiempo de espera en las colas, en los departamentos de servicios estudiantiles (Caja, Comisión de Horarios y, Cobro de Matrícula) de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, ubicados en el edificio 8 del recinto estudiantil.

El primer intento de la UNPHU para reducir este problema fue la selección de materias por internet; este sistema no poseía un diseño adaptado a la demanda de la población estudiantil en ese entonces, y su única función era la de asegurar un cupo en las secciones, ya que el estudiante debía de asistir a la universidad posteriormente para validar su horario.

En el año 2011, la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña tomó la decisión de iniciar la implementación de Akademia, una plataforma innovadora y moderna que permite a los estudiantes seleccionar y retirar materias, al mismo tiempo que pueden revisar las notas que obtuvieron en el cuatrimestre anterior y su record de notas oficial.

A pesar de facilitar bastante la selección de asignaturas, mejorar de forma significativa las publicaciones de las calificaciones de las materias en curso o de cuatrimestres anteriores y reducir casi por completo las visitas a la universidad para retirar asignaturas, Akademia aun presenta limitaciones al momento de agregar extra créditos y al modificar la selección de asignaturas en caso de cambiar de parecer luego de haberla guardado cuando se selecciona el límite de créditos permitidos; por lo que los estudiantes deben de acudir a la universidad si surge algún inconveniente; es por ello que, de todas formas, se forman colas en Comisión de Horarios, en algunos casos por la falta de información para utilizar el sistema. Debido a esto, el nivel de satisfacción no es el deseado y los estudiantes están a la espera de que mejore dicha situación actual.

Esta situación no solo aplica para la UNPHU, también es común en otras universidades dominicanas, por lo cual, muchas de estas han tomado cartas sobre el asunto, mediante pagos en línea o vía telefónica, a través de entidades bancarias. Desde el 2013, la UNPHU ha implementado el pago en línea de los servicios, pero solo mediante un banco en particular, limitando a muchos usuarios. Los que concurren el departamento de Caja se ven muy afectados, ya que por esta limitación, los que no tienen cuentas en este banco en particular deben hacer colas para pagar, y estos son muchos, por la razón de que la universidad da un intervalo pequeño de tiempo para pagar, y solo hay dos cajeras.

En cuanto al departamento de Cobro de Matrícula, estos son los que informan a las personas el monto que deben pagar y también tienen en su poder el listado de los estudiantes becados en la institución, que constituye el 30% de la matrícula universitaria, por lo que este departamento tiene mucho flujo de personas al momento de iniciar el proceso de inscripción y reinscripción de estudiantes.

En lo antes expuesto podemos darnos cuenta de que en los departamentos que trabajaremos no existe una capacidad de respuesta proporcional al porcentaje de estudiantes que concurren los mismos en los días del proceso de inscripción, que son un 80% del total del alumnado, por lo que las áreas se saturan.

En nuestro país existen algunas instituciones que han reconocido la problemática de la distribución de cargas entre los puestos de atención al cliente en sus modelos de asistencia; dentro de las más reconocidas podemos destacar: el Banco Popular, edeSur, Humano ARS, seguros Universal, Hospital General de la Plaza de la Salud, Dirección General de Impuestos Internos y el laboratorio clínico Amadita; los cuales en su búsqueda por solucionar dicha problemática, acudieron a la plataforma “e-Flow”, ofrecida por la empresa argentina SIDESYS.

e-Flow registra los movimientos de las personas y distribuye las cargas entre los puestos de atención según el modelo definido en su organización. La definición de un modelo de atención incluye la distribución de trámites y servicios por puesto, la manera de manejar las prioridades, la división en secciones, y otras características.

e-Flow puede ser utilizado en todas las secciones de atención, como líneas de Caja, puestos comerciales, de consulta, etc. La atención puede ser integrada o independiente por sector. Allí donde se atiende a un cliente, este puede ser gestionado por e-Flow.

e-Flow está diseñado para simplificar al máximo los procesos tanto para los clientes como para los cajeros, puestos de atención comercial y otros usuarios. Toda la complejidad que puedan tener los procesos está dentro de e-Flow, al servicio de un modelo de atención más eficiente, y un proceso sencillo para los usuarios.

2.2 Planteamiento del problema

A pesar de que la UNPHU ha tratado de introducir nuevas formas de hacer la vida del estudiante más cómoda, como son la opción de pagar la matrícula por el banco BHD, el sistema de selección y modificación de materias Akademia, entre otras, los estudiantes de ésta universidad todavía tienen que hacer viajes extras y esperar mucho tiempo formándose en colas para ser atendidos, por lo que se hace necesario un sistema nuevo que organice de forma más eficiente los departamentos que son recorridos por estos estudiantes.

2.3 Alcance y límites del proyecto

Con el presente proyecto diseñaremos un sistema de reducción de colas para los distintos departamentos de servicios estudiantiles de la UNPHU, analizaremos el sistema actual de asistencia a los estudiantes, dígase calcular el tiempo estándar de espera en las colas, calcular la tasa de llegada de estudiantes a los distintos departamentos, calcular la tasa de utilización de los servidores, al igual que indagar en la opinión de los estudiantes con respecto al sistema actual de asistencia al estudiante.

Luego de obtener la información expuesta anteriormente, esbozaremos una plataforma digital para la realización de citas para la asistencia de los estudiantes a los departamentos de Comisión de Horarios, Cobro de Matrícula y Caja de la UNPHU; al igual que proponer la creación

de un espacio destinado a brindar información a los estudiantes con respecto a qué hacer y a cuál o cuáles departamentos asistir para cumplir con sus objetivos.

Cabe destacar que no pretendemos modificar la estructura física de los departamentos estudiantiles, más bien, buscamos ofrecer un soporte al sistema actual para disminuir el tiempo de espera en las colas y al mismo tiempo, mejorar la calidad del servicio.

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

3.1 Introducción

Con el motivo de alcanzar la completa comprensión de este trabajo de investigación, hemos optado por definir y explicar los términos y conceptos utilizados, además de abundar de manera más detallada sobre cada uno de ellos.

3.2 Cola o línea de espera

Es donde los clientes esperan antes de recibir el servicio. Es el efecto resultante en un sistema cuando la demanda de un servicio supera la capacidad de proporcionar dicho servicio. Este sistema está formado por un conjunto de entidades en paralelo que proporcionan un servicio a las transacciones que aleatoriamente entran al sistema.

Dependiendo del sistema que se trate, las entidades pueden ser cajeras, máquinas, semáforos, grúas, etcétera, mientras que las transacciones pueden ser: clientes, piezas, autos, barcos, etcétera. Tanto el tiempo de servicio como las entradas al sistema son fenómenos que generalmente tienen asociadas fuentes de variación que se encuentran fuera del control del tomador de decisiones, de tal

forma que se hace necesaria la utilización de modelos estocásticos que permitan el estudio de este tipo de sistemas.

3.3 Teoría de colas

Es el estudio de la espera en las distintas modalidades. La teoría de colas es el estudio matemático de las colas o líneas de espera dentro de un sistema. Esta teoría estudia factores como el tiempo de espera medio en las colas o la capacidad de trabajo del sistema sin que llegue a colapsarse. Dentro de las matemáticas, la teoría de colas se engloba en la investigación de operaciones y es un complemento muy importante a la teoría de sistemas y la teoría de control.

3.3.1 Objetivos de la teoría de colas

- Identificar el nivel óptimo de capacidad del sistema que minimiza el costo del mismo.
- Evaluar el impacto que las posibles alternativas de modificación de la capacidad del sistema tendrían en el coste total del mismo.
- Establecer un balance equilibrado (“óptimo”) entre las consideraciones cuantitativas de costos y las cualitativas de servicio.
- Prestar atención al tiempo de permanencia en el sistema o en la cola de espera.

3.3.2 Elementos de la teoría de colas

- **Fuente de entrada o población potencial:** una característica de la fuente de entrada es su tamaño. El tamaño es el número total de clientes que pueden requerir servicio en determinado momento. Puede suponerse que el tamaño es infinito o finito.
- **Cliente:** es todo individuo de la población potencial que solicita servicio como por ejemplo una lista de trabajo esperando para imprimirse.
- **Capacidad de la cola:** es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola (antes de comenzar a ser servidos). De nuevo, puede suponerse finita o infinita.
- **Disciplina de la cola:** la disciplina de la cola se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio. Por ejemplo, puede ser:
 1. FIFO (first in first out) primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que antes haya llegado.
 2. LIFO (last in first out) también conocida como pila que consiste en atender primero al cliente que ha llegado el último.
 3. RSS (random selection of service) que selecciona los clientes de manera aleatoria, de acuerdo a algún procedimiento de prioridad o a algún otro orden.
 4. Processor Sharing sirve a los clientes igualmente. La capacidad de la red se comparte entre los clientes y todos experimentan con eficacia el mismo retraso.

- **Mecanismo de servicio:** el mecanismo de servicio consiste en una o más instalaciones de servicio, cada una de ellas con uno o más canales paralelos de servicio, llamados servidores.
- **Redes de colas.** sistema donde existen varias colas y los trabajos fluyen de una a otra. Por ejemplo: las redes de comunicaciones o los sistemas operativos multitarea.
- **Cola:** una cola se caracteriza por el número máximo de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser finitas o infinitas.
- **El proceso de servicio:** define cómo son atendidos los clientes.

3.3.3. Tipos de modelos de colas

Modelo M/M/s: este modelo supone que todos los tiempos entre llegadas son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo con una distribución exponencial, que todos los tiempos de servicio son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo con otra distribución exponencial y que el número de servidores es s (cualquier número positivo).

Modelo M/M/s/K: este modelo de cola es para sistemas con cola finita: esto es, no se permite que el número de clientes en el sistema exceda un número especificado (denotado por K), por lo que la capacidad de la cola es $K - s$. A cualquier cliente que llega cuando la cola está “llena” se le niega la entrada al sistema y este cliente lo deja para siempre.

Modelo M/G/1: este modelo supone que el sistema de colas tiene un servidor y tiempos entre llegadas exponenciales con una tasa media de llegadas fija λ . Supone que los clientes tienen tiempos de servicio independientes con la misma distribución de probabilidad, pero no se imponen restricciones sobre cuál debe ser esta distribución de tiempos de servicio.

Modelo M/D/s: este modelo supone que todos los tiempos de servicio son iguales a una constante fija (la distribución de tiempo degenerada) y que tiene un proceso de entradas independientes e idénticamente distribuidas de acuerdo con una distribución exponencial con tasa media de llegada fija λ .

Modelo M/E_k/s: este modelo supone una variación cero en los tiempos de servicio ($\sigma = 0$), mientras que la distribución exponencial de tiempos de servicio supone una variación muy grande ($\sigma = 1/\mu$).

3.3.4 Terminología de la teoría de colas

s = número de servidores

μ = tasa de servicio (clientes / unidad de tiempo* servidor)

λ = tasa de llegada (cliente por unidad de tiempo)

ρ = tasa de utilización de servidores

L = promedio de clientes en el sistema (cliente)

L_q = promedio de clientes en la cola (cliente)

W = tiempo promedio de espera en el sistema (unidad de tiempo)

W_q = tiempo promedio de espera en la cola (unidad de tiempo)

P_n = probabilidad de que haya exactamente “n” cantidad clientes en el sistema

K = capacidad de la cola (cliente)

3.4 Estudio de tiempo

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Método de estudio

Uno de los métodos de estudio utilizados en nuestro trabajo es el diseño exploratorio, ya que nuestra propuesta es un estudio piloto, porque no ha sido investigado anteriormente, es el indicado para situaciones en donde hay poca información ya que nos sirve para familiarizarnos con fenómenos desconocidos, y obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo investigaciones más completas, además, busca anticiparse a una posible serie de fallas y problemas metodológicos y resolverlos antes de lanzarse en definitiva a la confirmación de las distintas hipótesis.

Utilizamos el método descriptivo, al momento de explicar la situación actual del sistema de asistencia de la UNPHU, ya que dicho estudio consiste en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores, que es justo lo que realizaremos en esa parte.

También utilizamos el método de estudio prospectivo, porque nuestro trabajo nace de la observación de ciertos fenómenos en la universidad.

4.2 Diseño de la investigación

Nuestro estudio no posee un diseño experimental, porque no será implementado antes de concluir con el trabajo de grado para comparar los resultados con la situación actual, pero la investigación que llevamos a cabo sí tiene un carácter experimental, porque buscaremos pronosticar los resultados y los cambios que ocurrirán si implementamos nuestro sistema en la universidad.

4.3 Método de la investigación

Durante la investigación para la realización de nuestro proyecto, buscando las causas del problema e información para el diseño de nuestro sistema, utilizaremos los siguientes métodos:

4.3.1 Método inductivo

Este método lo utilizaremos al momento de investigar todas las posibles causas de la formación de las colas en los departamentos estudiantiles, lo cual es causado por la desorganización de dichos departamentos. Esto nos dice que en cada departamento en particular, el problema existe debido a una causa general. En este método utilizaremos:

- Observación: para nuestro trabajo se observarán los diferentes fenómenos ocurridos al momento de asistir al estudiante. También se tomarán notas de los tiempos que toma cada estudiante al realizar una transacción en cada uno de estos departamentos.
- Análisis: luego de observados los tiempos, los analizaremos y calcularemos un tiempo estándar de las operaciones.

4.3.2 Método deductivo

Utilizaremos el método deductivo para los diferentes departamentos que estamos analizando, obtendremos una solución general, que en nuestro caso será la aplicación de teorías de colas, con el fin de disminuir los tiempos de espera y mejorar la calidad del servicio ofrecido. Para este método utilizaremos las siguientes técnicas:

- Encuestas: mediante la realización de encuestas a los estudiantes, que son los afectados en este escenario, podremos conocer el punto de vista de estos y recolectar más detalles acerca de cómo los afecta este problema.
- Estudios de Tiempo: para poder estandarizar la duración de las operaciones, tomaremos el tiempo que conlleva cada una de ellas y calcularemos un promedio.

4.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Para la realización práctica y teórica de este trabajo de grado se emplearán diferentes instrumentos o herramientas como son:

- Encuesta
- Observaciones
- Estudio de tiempo
- Diagrama de Flujo de procesos
- Teoría de colas
- Método de muestreo aleatorio simple
- Tabla para el cálculo del tamaño de muestra

SEGUNDA PARTE
DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPÍTULO V ESTUDIO DE MERCADO

5.1 Introducción

El primer paso al momento de realizar nuestro estudio de mercado fue pensar en nuestros clientes, y llegamos a la conclusión de que somos nosotros mismos, los estudiantes de la UNPHU. Con el objetivo de conocer el punto de vista de los estudiantes con relación al método actual de atención estudiantil de los departamentos de Caja, Comisión de Horarios y Cobro de Matrícula, al igual que su nivel de satisfacción e incluso ideas adicionales a tomar en cuenta al momento de realizar cualquier cambio en el mismo, optamos por recopilar información primaria, que es la que se obtiene de las personas que van a consumir el producto, por lo que encuestamos a 94 estudiantes de dicha institución.

La decisión de tomar una muestra de 94 estudiantes, viene dada por el tamaño de la población estudiantil de la UNPHU, aprox. 5,000 estudiantes, con un margen de error del 10% y un nivel de confianza de 0.95, el tamaño de la muestra debe ser 93.77, en nuestro caso lo redondeamos a 94 estudiantes.

El objetivo de la realización de este estudio de mercado es saber cuál es la demanda existente del sistema que deseamos introducir en el método de atención al estudiante de los departamentos de

Caja, Cobro de Matrícula y Comisión de Horarios, para determinar cuáles son las características que debe tener dicho sistema.

5.2 Encuestas

Los aspectos que se tomaron en cuenta, con respecto a los temas principales que disgustan a la mayoría de estudiantes son la organización en el proceso de matriculación, el manejo de las fechas de pago (fecha de inscripción y reinscripción, primera cuota y segunda cuota), el manejo de las transacciones de los estudiantes becados, la formación de colas en los departamentos de Caja, Cobro de Matrícula y Comisión de Horarios, el manejo de las solicitudes de extra créditos, la modificación de asignaturas seleccionadas y los inconvenientes al realizar dicha acción, al igual que el tiempo transcurrido en Comisión de Horarios, el tiempo transcurrido y los inconvenientes en el departamento de Caja, y los inconvenientes en el departamento de Cobro de Matrícula.

A continuación se mostrarán los acápites correspondientes a las encuestas aplicadas a 94 estudiantes de la UNPHU:

5.2.1. Datos generales de los estudiantes

De los 94 estudiantes encuestados, el 58.5% pertenece a la facultad de Ciencia y Tecnología, el 21. 2% a la facultad de Ciencias de la Salud, el 9.5% a la facultad de Educación y Humanidades, el 6.3% a la facultad de Ciencias Económicas y Sociales, el 3.1% a la facultad de Arquitectura y Artes, y

el 1.06% a la facultad de Ciencias Políticas y Jurídicas. El 47% de ellos son becados. Los estudiantes becados tienen una particularidad en la universidad, y es que deben pasar por el departamento de Cobro de Matrícula antes de pasar por Caja, para verificar que están en los listados de las becas. Este hecho incomoda a la mayoría de los estudiantes ya que muchas veces deben hacer dos filas más luego de hacer la de Caja porque no sabían su estatus; este fenómeno ocurre más en los estudiantes que tiene menos de un año, el cual es el 34% de los estudiantes encuestados.

Tabla 1

Facultad de los estudiantes

Facultad	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
Ciencias y tecnología	55	58.51%
Ciencias de la salud	20	21.28%
Ciencias económicas y sociales	6	6.38%
Ciencias políticas y jurídicas	1	1.06%
Educación y humanidades	9	9.57%
Arquitectura y artes	3	3.19%
Ciencias agropecuarias y R.N.*	0	0.00%
Total	94	100%

(*) R.N.: Recursos Naturales

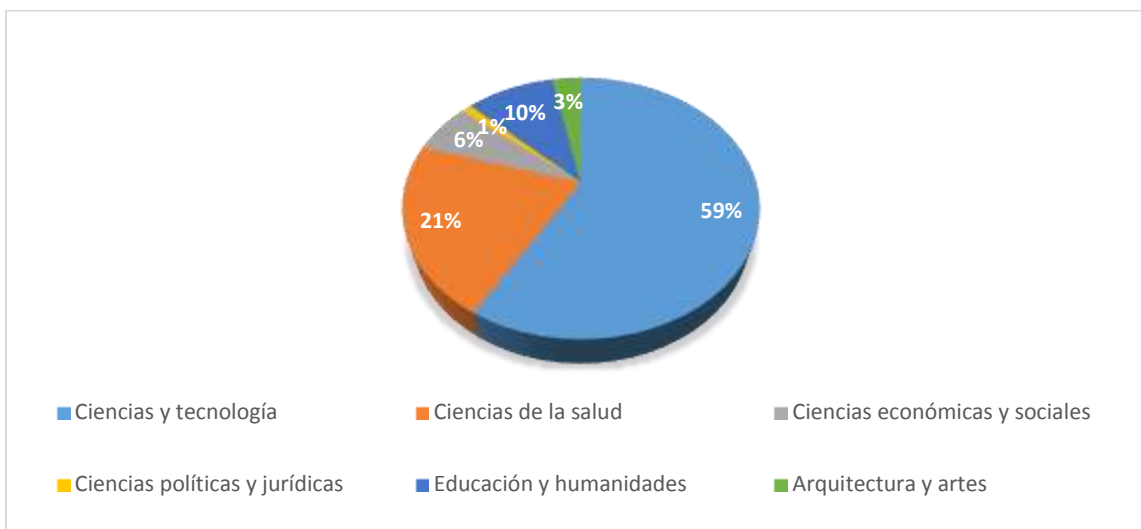


Figura #1 Facultades a las que pertenecen los estudiantes

Tabla 2

Tiempo de los estudiantes en la institución

Tiempo en la UNPHU	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
1 año o menos	32	34.04%
2 años	29	30.85%
3 años	21	22.34%
4 años	8	8.51%
Más de 4 años	4	4.26%
Total	94	100.00%

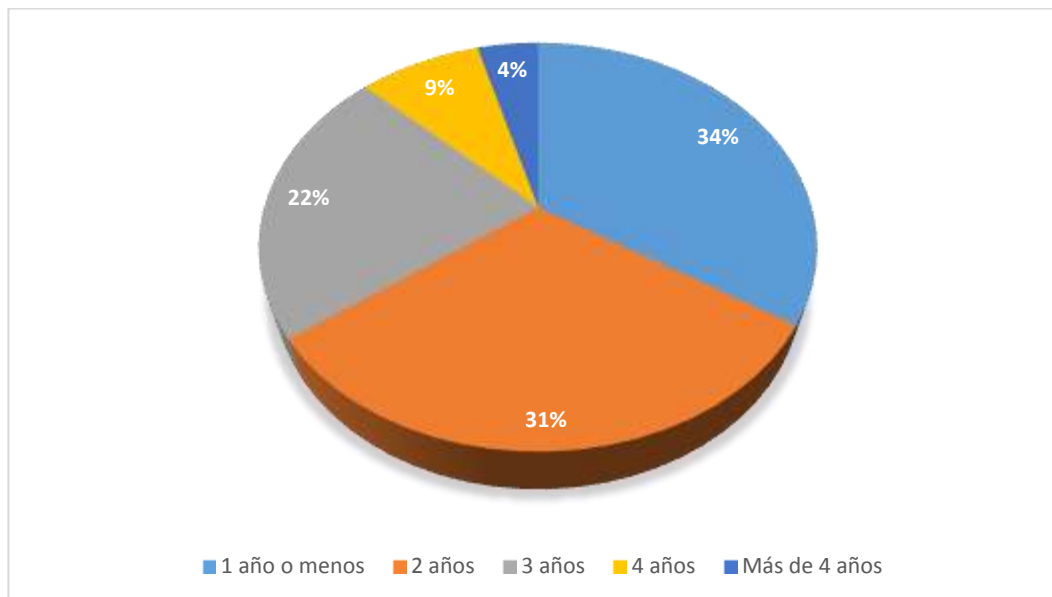


Figura #2 Cantidad de años de los estudiantes en la universidad

Tabla 3

Cantidad de estudiantes becados

Condición del estudiante	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
Becados	45	47.87%
No becados	49	52.13%
Total	94	100.00%

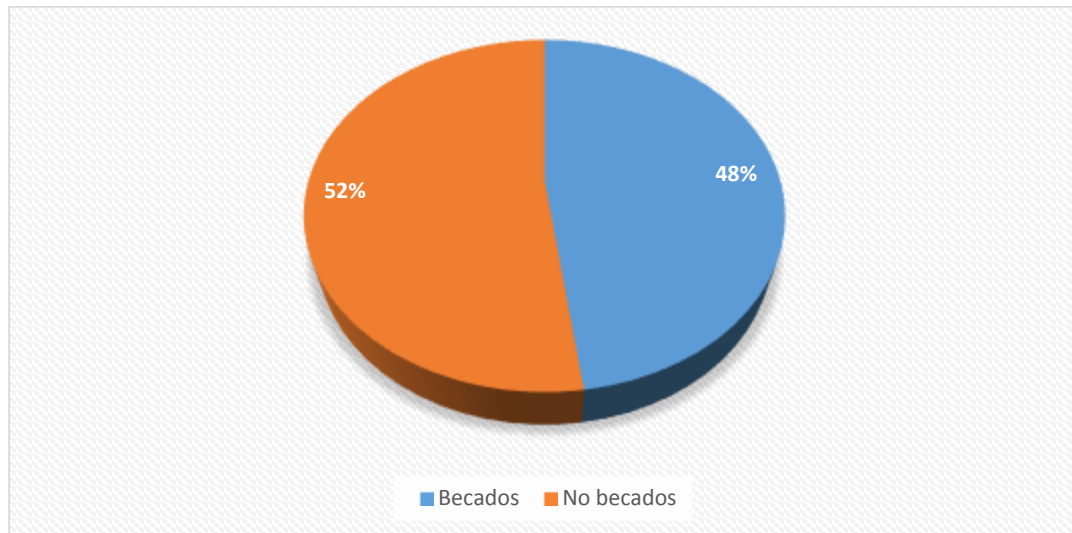


Figura #3 Cantidad de estudiantes becaados

5.2.2. Nivel de satisfacción del estudiante

Con respecto al nivel de satisfacción del estudiante en relación a los departamentos de servicios estudiantiles en general:

Tabla 4

Nivel de satisfacción del estudiante

Descripción	Niveles					Total
	Muy insatisfecho	Insatisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	No aplica	
Organización en el proceso de matriculación	10	30	48	6	0	94
Manejo de las fechas de pago	18	38	33	5	0	94
Manejo de las transacciones de los estudiantes becados	7	15	29	12	31	94
Formación de colas en los departamentos de servicios	31	32	23	2	6	94
Manejo de las solicitudes de extracréditos	10	17	25	9	33	94
Modificación de asignaturas seleccionadas	17	19	38	11	9	94

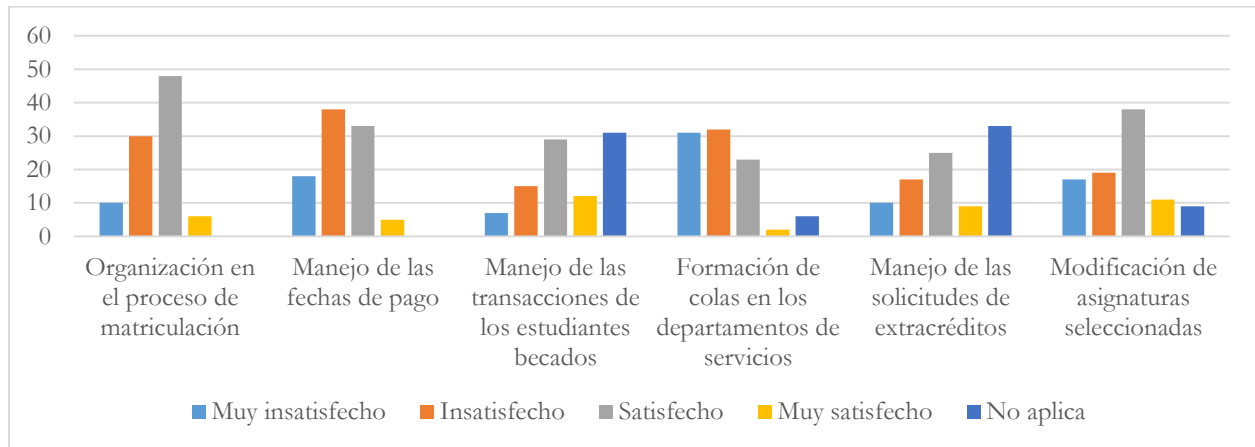


Figura #4 Nivel de satisfacción

La tabla y la gráfica anterior muestran que la mayoría de los estudiantes está insatisfecho con la formación de colas en los departamentos de servicios estudiantiles.

5.2.3. Servicios ofrecidos en Caja

Con respecto a los servicios ofrecidos en Caja:

Tabla 5

Inconvenientes al pagar en Caja

Inconvenientes	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
Colas muy largas	63	67.02%
Falta de información	16	17.02%
Ninguno	5	5.32%
Otro (Por favor especifique)	10	10.64%
Total	94	100.00%

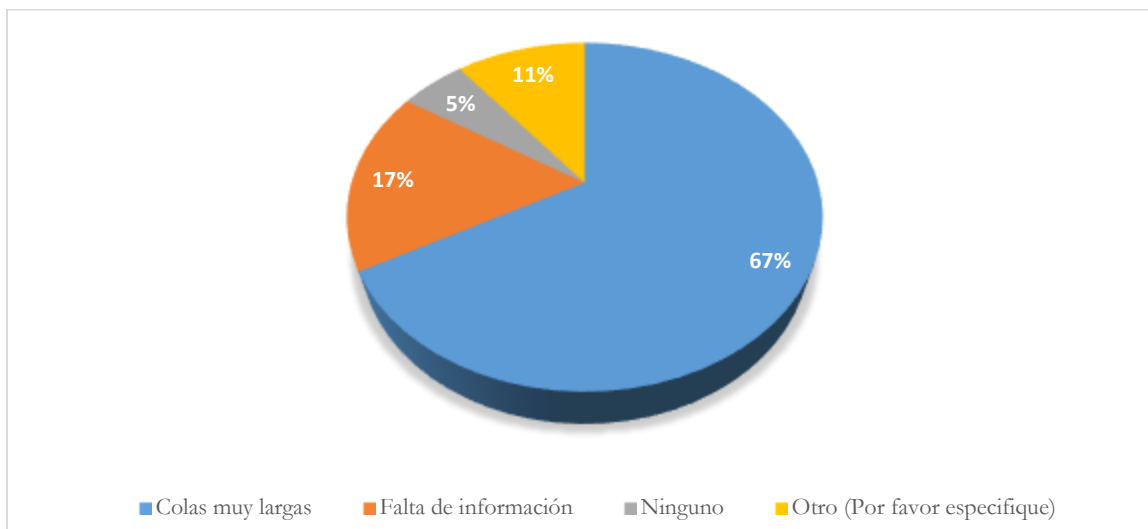


Figura #5 Inconvenientes en Caja

Las tablas y gráficas anteriores muestran que para la mayoría de los estudiantes, las colas muy largas es el problema principal de este departamento.

5.2.4. Servicios ofrecidos en Comisión de Horarios

Con respecto a los servicios ofrecidos en Comisión de Horarios:

Tabla 6

Inconvenientes al modificar materias

Inconvenientes	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
Colas muy largas	58	61.70%
Falta de información	10	10.64%
Ninguno	16	17.02%
Otro (Por favor especifique)	10	10.64%
Total	94	100.00%

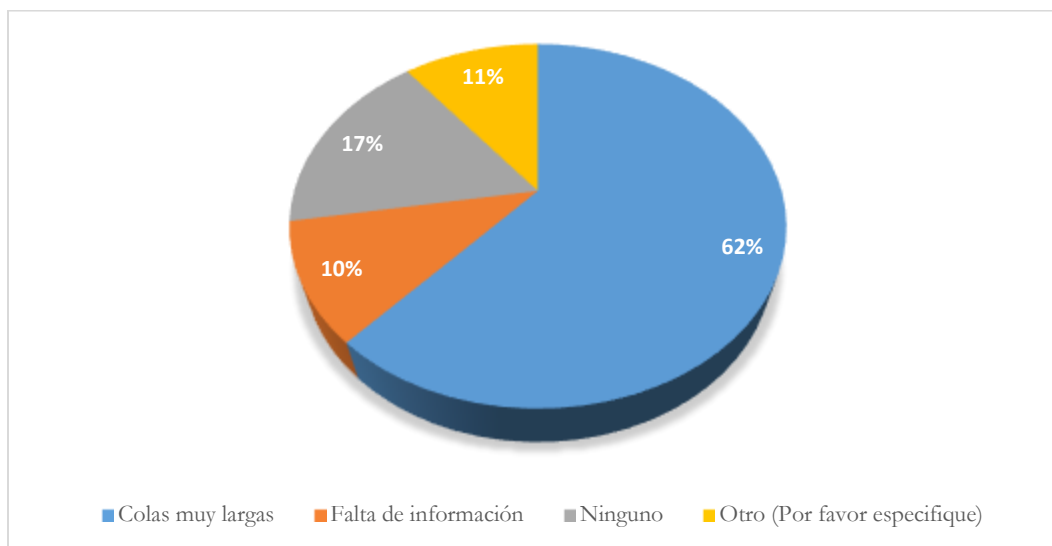


Figura #6 Inconvenientes en Comisión de Horarios

Las tablas y gráficas anteriores muestran al igual que en Caja, el problema principal es la formación de colas muy largas.

5.3 Aceptación de la propuesta por medio de las encuestas

En la encuesta incluimos una pregunta que consistía en la opinión de los estudiantes acerca de la propuesta de un sistema de turnos para los departamentos de servicios estudiantiles, el cual iba a permitir la obtención de ese turno vía internet o vía telefónica, incluso días antes de los estudiantes tener que presentarse en la universidad.

Tabla 7

Nivel de aceptación de nuestra propuesta

Aceptación de la propuesta	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
De acuerdo	70	74.47%
En desacuerdo	24	25.53%
Total	94	100.00%

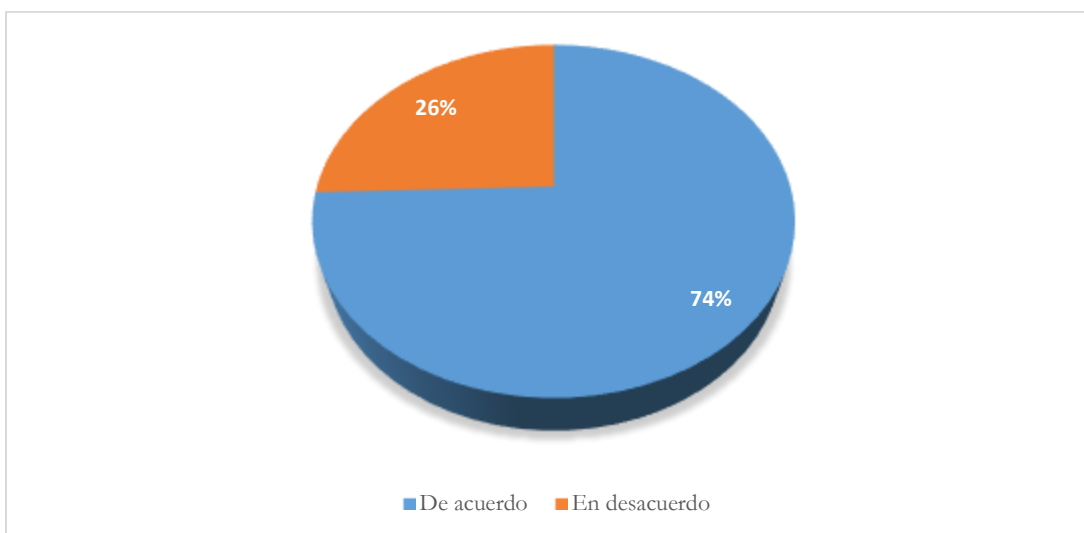


Figura #7 Aceptación de la propuesta

De acuerdo con la tabla y la gráfica anterior, el 74% de los estudiantes encuestados están de acuerdo con la implementación de dicha propuesta, la cual será una solución al principal problema expuesto en las tablas y gráficas anteriores, que es la formación de colas muy largas.

5.4 Análisis de la competencia

Luego de haber realizado un análisis de los procesos que se realizan en los departamentos estudiantiles de la UNPHU, con el objetivo de estudiar y comparar las ofertas que brindan las diferentes universidades con la UNPHU se han elegido: UNIBE, APEC, UASD e INTEC, cuyos procesos se detallarán a continuación:

5.4.1 UNIBE

Dicha universidad ofrece la facilidad a sus estudiantes de poder realizar los pagos en línea mediante el banco BHD, al igual que la UNPHU, es la única manera de poder hacer los pagos en línea.

En cuanto a las transacciones realizadas por los estudiantes becados, para la realización de la inscripción estos deben llevar una copia del certificado de la beca estudiantil que demuestre la cantidad porcentual que cubra la universidad, este certificado es otorgado al estudiante al inicio de su carrera el cual debe conservarlo hasta que finalice sus estudios.

Esta universidad les brinda facilidades a los estudiantes de seleccionar las materias a cursar en línea, en el caso de que deseen modificar el horario presencialmente deben dirigirse a la escuela correspondiente a su carrera, dicha facilidad es diferente a la que brindan otras universidades ya que

tienen diversos espacios para realizar esta tarea y no solo en un departamento en el cual se pueden generar extensas líneas de espera.

5.4.2 UASD

Los estudiantes de la UASD solo tienen la opción de pagar por medio de tarjetas de crédito visa, en caso de que deseen pagar en línea. Esta universidad solo tiene la opción de seleccionar y modificar materias en línea, no tiene la opción de hacerlo personalmente.

En cuanto a los estudiantes becados, este proceso es ajeno a los que se realizan en esta universidad ya que las becas otorgadas a estos estudiantes son por parte de la MESCYT.

5.4.3 INTEC

El Instituto Tecnológico también brinda a sus estudiantes la opción de pagar en línea mediante dos entidades bancarias, el banco BHD y Banco Popular, siendo más flexible que la universidad mencionada anteriormente. En cuanto a los estudiantes becados estos solo tienen que dirigirse a Caja y presentar sus credenciales para poder implementar el proceso de inscripción del trimestre a cursar.

Al momento de modificar presencialmente, los estudiantes deben dirigirse al departamento de Registro.

5.4.4 APEC

A diferencia de las universidades mencionadas anteriormente esta tiene la capacidad de poder hacer pagos en línea mediante varias entidades bancarias, entre las que se encuentran: el banco BHD, Banco Popular y Vimenca.

Con respecto a las modificaciones presenciales los estudiantes al momento de presentar problemas con su selección se dirigen al departamento de Registro y los estudiantes becados deben depositar en Caja un cheque emitido por la entidad que le proporciona la beca.

CAPÍTULO VI ESTUDIO TÉCNICO

6.1 Modelo de teoría de colas

Luego de conocer la opinión de los estudiantes encuestados con respecto a los departamentos estudiantiles de la UNPHU, pudimos notar que la mayor insatisfacción de estos se basa en la cantidad de tiempo que pasan en las líneas de espera mientras pueden ser atendidos.

Con el objetivo de poder mejorar el sistema de atención al estudiante de la UNPHU, hemos decidido utilizar uno de los distintos modelos de teoría de colas, puesto que de esta manera podremos determinar cómo operar los sistemas de colas de los departamentos de servicios estudiantiles de la manera más eficaz; ya que las fórmulas de cada uno de estos modelos indican cual debe ser el desempeño del sistema correspondiente y señalan la cantidad promedio de tiempo de espera que ocurrirá en diversas circunstancias; siendo esto justamente lo que deseamos lograr.

6.1.1 Identificación del modelo de teoría de colas

Nuestra intención es que los estudiantes tengan que esperar el menor tiempo posible en una línea de espera; la forma óptima de lograrlo es permitiendo una capacidad restringida de estudiantes en el sistema, y al mismo tiempo determinando una capacidad de cola limitada con el motivo de que

la misma no crezca infinita y desproporcionadamente, causando así la extensión de la jornada laboral de los departamentos de servicios estudiantiles en los fechas de pago y/o modificación de asignaturas.

Si elegimos un modelo con las características anteriormente mencionadas, podremos incluso eliminar las horas y fechas de mayor demanda, puesto que la cantidad permitida de estudiantes, tanto en el sistema como en la cola, será constante en todo el cuatrimestre, sin importar que sea el último o el primer día para pagar (por poner un ejemplo).

El modelo que cumple con los requerimientos de nuestro sistema es el modelo $M/M/s/K$, ya que se cuenta con un espacio limitado de espera que admite un número máximo de clientes en el sistema. A cualquier cliente que llega luego de que se cumple con esta cantidad de clientes, se le niega la entrada al sistema. Si utilizamos este modelo, el número de personas que visitarán los departamentos de servicios estudiantiles en un día estará previamente determinado, por lo que las personas que han de atenderse sabrán aproximadamente el tiempo que les tomará para ser atendidos por un servidor.

6.1.2 Aplicación del modelo de teoría de colas

Ya elegido el modelo de teoría de colas a aplicar, $M/M/s/K$, debemos identificar las variables que utilizaremos para desarrollarlo. Como mencionamos en la sección 3.3.4, los modelos de cola poseen ciertas variables, algunas corresponden a los datos de entrada que le introducimos, y unas otras corresponden a los resultados que obtenemos del mismo.

Dentro de los datos de entradas que debemos introducir y los resultados que obtendremos del modelo de teoría de colas $M/M/s/K$, tenemos:

Tabla 8

Simbología para datos de entrada y resultados del modelo $M/M/s/K$

Datos de entrada	Resultados del modelo
s	L
λ	L_q
μ	W
K	W_q
ρ	P_k
	$\bar{\lambda}$
	P_0

6.1.2.1Caja

En primer lugar analizaremos las variables antes mencionadas para el departamento de Caja. En este caso el valor de s será la cantidad de cajeras que existen en dicho departamento; en la actualidad contamos con tres de ellas cuando el flujo de personas en el departamento es alto y con dos cuando el flujo de personas es bajo, por ende, $s_1 = 3$ y $s_2 = 2$.

Para la obtención de nuestra siguiente variable, tasa de llegada (λ), nos hemos asistido de la información obtenida en Caja, donde en un día de inscripción o pagos el promedio de estudiantes que llegan al sistema es de 900 estudiantes en todo el día; y un día normal, sin fecha límite de inscripción o pagos, es de 100 estudiantes en todo el día.

Tomando en cuenta que la Caja funciona 8 horas al día, obtendremos que en un día muy concurrido entran al sistema 56 estudiantes por hora aproximadamente ($\frac{900 \text{ estudiantes}}{16 \text{ horas}}$), debemos de tener en cuenta que el denominador es 16 horas porque los días muy concurridos se trabajan hasta 16 horas corridas puesto que se trabaja hasta que hayan personas en el sistema; y un día poco concurrido entran al sistema 13 estudiantes por hora ($\frac{100 \text{ estudiantes}}{8 \text{ horas}}$). Por lo tanto, $\lambda_1 = 56$ **estudiantes/hora** y $\lambda_2 = 13$ **estudiantes/hora**.

Con respecto a la tasa de servicio (μ), necesitamos conocer la cantidad de estudiantes que pueden atender las cajas por hora. Para esto hemos acudido a la realización de distintos estudios de tiempo, en diferentes horas y días (concurridos y no concurridos), por lo que obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 9

Estudios de tiempo en Caja

Observación	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo en la cola (mins)	Tiempo de servicio (mins)
1	1:21	1:51	25.03	4.15
2	2:55	3:25	28.57	1.06
3	3:55	4:42	45.6	2.06
4	4:42	5:17	30.52	4.02
5	5:00	5:38	35.27	2.02
6	1:50	2:27	33.00	4.00
7	2:40	3:02	15.00	7.00
8	3:50	4:42	49.00	3.00
9	4:50	5:34	42.00	2.00
10	5:50	7:07	74.00	3.00
Tiempo promedio observado			37.80	3.23

En la tabla 9 podemos observar que el tiempo estándar de atención al estudiante es de 3.23 mins por estudiante; por lo tanto en 1 hora se atenderían 19 estudiantes ($\frac{60 \text{ mins}}{3.23 \text{ mins/estudiante}}$) por servidor. Dicho esto queda explicado que, $\mu = 19 \text{ estudiantes}/(\text{hora} * \text{servidor})$.

En esta instancia, debemos definir la cantidad específica de estudiantes que pueden existir en la cola (K) con la finalidad de determinar el tamaño de la misma, de modo que al ingresar al sistema exista esa cantidad de estudiantes en espera para ser atendidos. No existe una fórmula para determinar dicho factor, pero podríamos tomar el mismo valor de λ_1 para K , por ende **$K = 56$ estudiantes.**

Con relación a la tasa de utilización de servicios (ρ), que representa la fracción de la capacidad de servicio del sistema que utilizan en promedio los clientes que llegan, podemos obtener:

$\rho = \lambda / s \mu$. De tal manera que, ($\rho_1 = \frac{56 \text{ estudiantes por hora}}{(3 \text{ cajeras} * 19 \text{ estudiantes} * \text{hora})} * 100\%$) lo que da como resultado 98%.

Es decir, que **$\rho_1 = 98\%$** y ($\rho_2 = \frac{13 \text{ estudiantes por hora}}{(2 \text{ cajeras} * 19 \text{ estudiantes} * \text{hora})} * 100\%$) lo que da como resultado 34%. Es

decir, que **$\rho_2 = 34\%$** .

En resumen obtenemos:

Tabla 10

Datos de entrada del modelo de teoría de colas en Caja

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
s	3	cajeras	s	2	cajeras
λ	56	estudiantes/hora	λ	13	estudiantes/hora
μ	19	estudiantes/hora	μ	19	estudiantes/hora
K	56	estudiantes	K	56	estudiantes
ρ	98%	-	ρ	34%	-

Cabe destacar que se la situación 1 se refiere a los días de pago donde hay un alto flujo de estudiantes y la situación 2 a los días donde el flujo de estudiantes es bajo.

Con relación a los datos de salida, los obtendremos usando las siguientes fórmulas:

$$L = \sum_{n=0}^{s-1} n P_n + L_q + s(1 - \sum_{n=0}^{s-1} P_n)$$

$$L_q = L - (1 - P_0)$$

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n P_n$$

$$P_0 = 1 / \left[\sum_{n=0}^s \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} + \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^s}{s!} \sum_{n=s+1}^K (\frac{\lambda}{s\mu})^{n-s} \right]$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\lambda^n}{n!} P_0 & \text{Para } n = 1, 2, \dots, s \\ \frac{\lambda^n}{s! s^{n-s}} P_0 & \text{Para } n = s, s + 1, \dots, K \\ 0 & \text{Para } n > K \end{cases}$$

Luego de aplicar las formulas anteriores, obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 11

Resultados del modelo de teoría de colas en Caja

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
L	25	estudiantes	L	1	estudiantes
Lq	21	estudiantes	Lq	0	estudiantes
W	1.01	horas	W	1	horas
Wq	0.38	horas	Wq	0	horas
P(n=k)	1%	-	P(n=k)	0%	-
$\bar{\lambda}$	56	clientes/hora	$\bar{\lambda}$	13	clientes/hora
P(n=0)	0.63%	-	P(n=0)	49.02%	-

6.1.2.2 Cobro de Matrícula

En esta ocasión s será la cantidad de servidores que existen en dicho departamento; en la actualidad contamos con 3 de ellos cuando hay mucho flujo de personas y con dos cuando el flujo de personas es bajo, por ende, $s_1 = 2$ y $s_2 = 3$.

Para la obtención de λ , nos hemos asistido de la información obtenida en Cobro de Matrícula, donde en un día de inscripción o pagos el promedio de estudiantes que llegan al sistema es de 150 estudiantes en todo el día; y un día normal, sin fecha límite de inscripción o pagos, es de 30 estudiantes en todo el día.

Este departamento funciona 8 horas al día, así que obtendremos que en un día muy concurrido entran al sistema 11 estudiantes por hora aproximadamente $(\frac{150 \text{ estudiantes}}{8 \text{ horas}})$; y un día poco concurrido entran al sistema 4 estudiantes por hora $(\frac{30 \text{ estudiantes}}{8 \text{ horas}})$ Por lo tanto, $\lambda_1 = 11$ **estudiantes/hora** y $\lambda_2 = 4$ **estudiantes/hora**.

Para la obtención de μ nos auxiliaremos de los siguientes resultados:

Tabla 12

Estudio de tiempo en Cobro de Matrícula

Observación	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo en la cola (mins)	Tiempo de servicio (mins)
1	1:21	1:51	47.04	10.06
2	2:55	3:25	50.12	25.15
3	3:55	4:42	30.03	12.02
4	6:22	7:12	38.00	12.00
5	6:27	6:35	8.00	3.00
Tiempo promedio observado			34.64	12.45

En la tabla 10 podemos observar que el tiempo estándar de atención al estudiantes es de 12.45 mins por estudiante; por lo tanto en 1 hora se atenderían 4 estudiantes $(\frac{60 \text{ mins}}{12.45 \text{ mins/estudiante}})$, lo que sería nuestra tasa de servicio. Dicho esto queda explicado que, $\mu = 4$ **estudiantes/hora**. La capacidad de la cola (K) será igual a 11 estudiantes.

Con relación a la tasa de utilización de servicios (ρ), que representa la fracción de la capacidad de servicio del sistema que utilizan en promedio los clientes que llegan, podemos obtener:

$\rho = \lambda / s \mu$. De tal manera que, ($\rho_1 = \frac{11 \text{ estudiantes por hora}}{(3 \text{ servidores} * 4 \text{ estudiantes} * \text{ hora})} * 100\%$) lo que da como resultado

92%. Es decir, que $\rho_1 = 92\%$ y ($\rho_2 = \frac{4 \text{ estudiantes por hora}}{(2 \text{ servidores} * 4 \text{ estudiantes} * \text{ hora})} * 100\%$) lo que da como resultado

50%. Es decir, que $\rho_2 = 50\%$.

En resumen obtenemos:

Tabla 13

Datos de entrada del modelo de teoría de colas en Cobro de Matrícula

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
s	3	servidores	s	2	servidores
λ	11	estudiantes/hora	λ	4	estudiantes/hora
μ	4	estudiantes/hora	μ	4	estudiantes/hora
K	11	estudiantes	K	11	estudiantes
ρ	92%	-	ρ	50%	-

Con los datos anteriores obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 14

Resultados del modelo de teoría de colas en Cobro de Matrícula

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
L	5	estudiantes	L	1	estudiantes
Lq	3	estudiantes	Lq	0	estudiantes
W	1.06	horas	W	1	horas
Wq	0.25	horas	Wq	0.08	horas
P(n=k)	5.74%	-	P(n=k)	0.03%	-
$\bar{\lambda}$	10	clientes/hora	$\bar{\lambda}$	4	clientes/hora
P(n=0)	3.32%	-	P(n=0)	33.34%	-

6.1.2.3 Comisión de Horarios

En este caso el valor de s será la cantidad de servidores que existen en dicho departamento; en la actualidad contamos con tres de ellos cuando los estudiantes tienen un plazo para modificar las asignaturas de su horario académico y con dos servidores cuando no hay modificación de asignaturas, por ende, $s_1 = 3$ y $s_2 = 2$.

Para la obtención de λ , nos hemos asistido de la información obtenida en dicho departamento, donde en un día de modificación de asignaturas el promedio de estudiantes que llegan al sistema es de 250 estudiantes en todo el día; y un día poco concurrido, es de 5 estudiantes en todo el día.

Tomando en cuenta que la Caja funciona 8 horas al día, obtendremos que en un día muy concurrido entran al sistema 17 estudiantes por hora ($\frac{250 \text{ estudiantes}}{14 \text{ horas}}$), debemos tomar en cuenta que el denominador es igual a 14 puesto que en un día de mucho flujo este departamento trabaja hasta 14 horas al día; y un día poco concurrido entra al sistema 1 estudiante por hora ($\frac{5 \text{ estudiantes}}{8 \text{ horas}}$). Por ende, **$\lambda_1 = 17 \text{ estudiantes/hora}$ y $\lambda_2 = 1 \text{ estudiante/hora}$.**

Con respecto a μ , necesitamos conocer la cantidad de estudiantes que pueden atender los servidores por hora. Para esto hemos acudido a la realización de distintos estudios de tiempo, en diferentes horas y días (concurridos y no concurridos), por lo que obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 15

Estudios de tiempo en Comisión de Horarios

Observación	Hora de llegada	Hora de salida	Tiempo en la cola (mins)	Tiempo de servicio (mins)
1	8:30	9:05	29.00	6.00
2	8:40	9:22	32.00	10.00
3	9:00	10:03	48.00	15.00
4	9:30	10:37	62.00	5.00
5	10:00	10:38	25.00	13.00
6	10:10	11:08	51.00	7.00
7	10:30	11:36	49.00	17.00
8	11:00	11:58	38.00	20.00
9	11:10	11:55	40.00	5.00
10	11:30	12:34	53.00	11.00
Tiempo promedio observado			42.70	10.90

En la tabla 11 podemos observar que el tiempo estándar de atención al estudiantes es de 10.9 mins por estudiante; por lo tanto en 1 hora se atenderían 6 estudiantes $(\frac{60 \text{ mins}}{10.9 \text{ mins/estudiante}})$, lo que sería nuestra tasa de servicio. Dicho esto queda explicado que, $\mu = 6 \text{ estudiantes/hr.}$

Elegiremos 17 estudiantes para el valor de K.

Con relación a la tasa de utilización de servicios (ρ), podemos obtener: $\rho = \lambda / s \mu$. De tal manera que, $(\rho_1 = \frac{17 \text{ estudiantes por hora}}{(3 \text{ servidores} * 6 \text{ estudiantes} * \text{ hora})} * 100\%)$ lo que da como resultado 94 %. Es decir, que $\rho_1 = 94\%$ y $(\rho_2 = \frac{1 \text{ estudiantes por hora}}{(2 \text{ servidores} * 6 \text{ estudiantes} * \text{ hora})} * 100\%)$ lo que da como resultado 8 %. Es decir, que $\rho_2 = 8\%$.

Obtenemos:

Tabla 16

Datos de entrada del modelo de teoría de colas para Comisión de Horarios

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
s	3	servidores	s	2	servidores
λ	17	estudiantes/hora	λ	1	estudiantes/hora
μ	6	estudiantes/hora	μ	6	estudiantes/hora
K	17	estudiantes	K	17	estudiantes
ρ	94%	-	ρ	8%	-

Con los datos anteriores obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 17

Resultados del modelo de teoría de colas en Comisión de Horarios

Situación 1			Situación 2		
Símbolo	Valor	Unidad	Símbolo	Valor	Unidad
L	8	estudiantes	L	1	estudiantes
Lq	5	estudiantes	Lq	0	estudiantes
W	1.04	horas	W	1	horas
Wq	0.30	horas	Wq	0.00	horas
P(n=k)	3.61%	-	P(n=k)	0.00%	-
$\bar{\lambda}$	16	clientes/hora	$\bar{\lambda}$	1	clientes/hora
P(n=0)	2.12%	-	P(n=0)	84.62%	-

Por lo expresado anteriormente, debemos de tomar en cuenta, que no pretendemos modificar la tasa de servicio de los servidores, ni la cantidad de los mismos que existen actualmente en el sistema, por lo que nuestra alternativa para lograr que no se formen líneas de espera largas, es disminuir λ .

6.1.3 Simulación

Tomando en consideración los resultados anteriores, observamos que en los diferentes departamentos la tasa de utilización (ρ) es cercana al 100% cuando el flujo de personas es alto, lo que indica que los servidores atienden personas sin tener tiempo para descansar, teniendo que trabajar horas extras lo que da como resultado que la cola crezca infinitamente.

El objetivo de la simulación es buscar diferentes alternativas de modo que la tasa de utilización (ρ) sea menor al 100%, buscando una solución para que se pueda atender la mayoría de los estudiantes en un día, dejando una brecha por si se ausenta un servidor, haciendo que los clientes esperen menos para ser atendidos.

Para saber cuántos estudiantes asistirían los días de pago y modificación de materias a cada departamento nos vamos a valer de la siguiente tabla:

Tabla 18

Cantidad de estudiantes por facultad en la actualidad

Facultad	Cantidad
Ciencias y Tecnología	1068
Ciencias de la Salud	1538
Ciencia Económicas y Sociales	697
Ciencias Políticas y Jurídicas	236
Educación y Humanidades	369
Arquitectura y Artes	491
Ciencias Agropecuarias y R.N.*	159
Maestrías y Especialidades	185
Total	4743

(*) R.N.: Recursos Naturales

A continuación vamos a describir diferentes situaciones en las que, acomodando la cantidad de estudiantes que hay en la universidad y cambiando la cantidad de servidores que hay en los departamentos ya mencionados anteriormente vamos a encontrar la tasa de llegada óptima.

6.1.3.1 Caja

Actualmente, un servidor en este departamento puede atender 19 estudiantes por hora, esta cantidad por tres servidores da como resultado 57 estudiantes (19 estudiantes *3 cajeras), entonces, en un día laboral tres cajeras atenderán 456 estudiantes (57 estudiantes * 8 horas).

Para saber los días que les tomara a los servidores atender a los 4743 estudiantes de la UNPHU, se divide esta cantidad entre 456, lo que da como resultado aproximadamente 10 días ($\frac{4743 \text{ estudiantes}}{456 \text{ estudiantes}}$); esto se cumpliera al pie de la letra si las cajeras atendieran a los estudiantes todo el día sin tomar descansos, es por esto que en la siguiente tabla se muestran 10 opciones las cuales combinan los días que se tomaran para atender a los estudiantes, la cantidad de cajeras que los atenderán, la cantidad de estudiantes que acudirán a los departamentos según las citas establecidas y el total del tiempo que les tomara atender al total de los estudiantes.

Sabiendo que los estudiantes de la UNPHU tienen la opción de pagar a través del banco BHD, tomamos un dato proporcionado por el departamento de Caja el cual es que un 5% de los estudiantes utilizan este método, por lo que la cantidad de estudiantes de las facultades mencionadas en el párrafo anterior disminuiría a 4506 ($4743 - (4743 * 0.05)$).

Tabla 19

Datos de entrada de la simulación en Caja

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
λ	28.16	29.64	31.29	33.13	35.20	37.55	40.23	43.33	46.94	51.20	clientes/hora
μ	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	clientes/hora
ρ	74.11%	78.01%	82.34%	87.19%	92.64%	65.88%	70.58%	76.01%	82.34%	89.83%	-
s	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	servidores
k	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	clientes

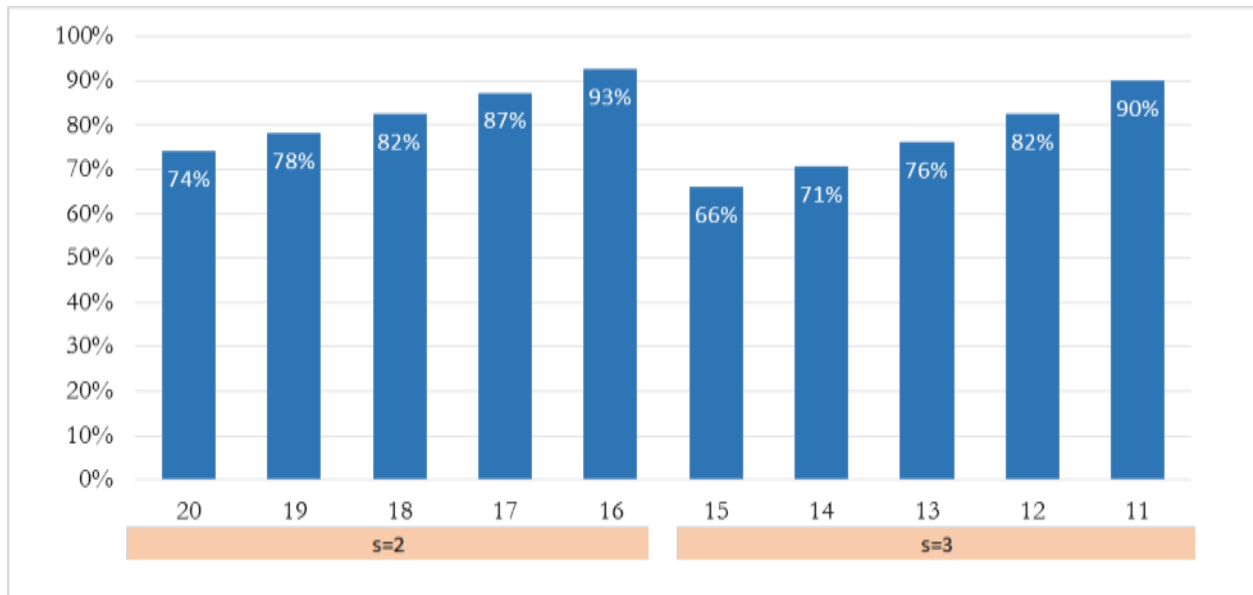


Figura #8 Relación entre los días de pago y la tasa de utilización en Caja

Luego de introducir los valores anteriores al modelo, obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 20

Resultados del modelo simulación en Caja

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
L	3.29	3.99	5.12	7.25	15.69	2.81	3.32	4.13	5.67	9.75	clientes
Lq	1.81	2.43	3.47	5.50	13.80	0.84	1.20	1.85	3.20	7.05	clientes
W	13.93	14.99	16.73	20.05	33.15	11.42	11.87	12.64	14.17	18.35	minutos
Wq	3.85	4.91	6.65	9.97	23.07	1.34	1.79	2.56	4.09	8.27	minutos
P(n=k)	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	-
λ^*	28.16	29.64	31.29	33.13	35.90	37.55	40.23	43.33	46.94	51.19	clientes

Tabla 21.1

Probabilidad de que haya “n” clientes en el sistema de Caja

P(n)	20 días	19 días	18 días	17 días	16 días	15 días	14 días	13 días	12 días	11 días
0	14.87%	12.35%	9.68%	6.85%	3.87%	11.49%	9.31%	7.08%	4.82%	2.54%
1	22.04%	19.27%	15.94%	11.94%	7.17%	22.72%	19.72%	16.15%	11.90%	6.86%
2	16.33%	15.03%	13.13%	10.41%	6.65%	22.45%	20.88%	18.41%	14.70%	9.24%
3	12.11%	11.73%	10.81%	9.08%	6.16%	14.79%	14.74%	14.00%	12.11%	8.30%
4	8.97%	9.15%	8.90%	7.91%	5.70%	9.74%	10.40%	10.64%	9.97%	7.45%
5	6.65%	7.14%	7.33%	6.90%	5.28%	6.42%	7.34%	8.09%	8.21%	6.70%
6	4.93%	5.57%	6.04%	6.02%	4.90%	4.23%	5.18%	6.15%	6.76%	6.02%
7	3.65%	4.34%	4.97%	5.25%	4.53%	2.79%	3.66%	4.67%	5.57%	5.40%
8	2.71%	3.39%	4.09%	4.57%	4.20%	1.83%	2.58%	3.55%	4.58%	4.85%
9	2.01%	2.64%	3.37%	3.99%	3.89%	1.21%	1.82%	2.70%	3.77%	4.36%
10	1.49%	2.06%	2.78%	3.48%	3.61%	0.80%	1.29%	2.05%	3.11%	3.92%
11	1.10%	1.61%	2.29%	3.03%	3.34%	0.52%	0.91%	1.56%	2.56%	3.52%
12	0.82%	1.26%	1.88%	2.64%	3.09%	0.35%	0.64%	1.19%	2.11%	3.16%
13	0.61%	0.98%	1.55%	2.30%	2.87%	0.23%	0.45%	0.90%	1.74%	2.84%
14	0.45%	0.76%	1.28%	2.01%	2.66%	0.15%	0.32%	0.69%	1.43%	2.55%
15	0.33%	0.60%	1.05%	1.75%	2.46%	0.10%	0.23%	0.52%	1.18%	2.29%
16	0.25%	0.46%	0.87%	1.53%	2.28%	0.07%	0.16%	0.40%	0.97%	2.06%
17	0.18%	0.36%	0.71%	1.33%	2.11%	0.04%	0.11%	0.30%	0.80%	1.85%
18	0.14%	0.28%	0.59%	1.16%	1.96%	0.03%	0.08%	0.23%	0.66%	1.66%
19	0.10%	0.22%	0.48%	1.01%	1.81%	0.02%	0.06%	0.17%	0.54%	1.49%
20	0.07%	0.17%	0.40%	0.88%	1.68%	0.01%	0.04%	0.13%	0.45%	1.34%
21	0.06%	0.13%	0.33%	0.77%	1.56%	0.01%	0.03%	0.10%	0.37%	1.20%
22	0.04%	0.10%	0.27%	0.67%	1.44%	0.01%	0.02%	0.08%	0.30%	1.08%
23	0.03%	0.08%	0.22%	0.59%	1.33%	0.00%	0.01%	0.06%	0.25%	0.97%
24	0.02%	0.06%	0.18%	0.51%	1.24%	0.00%	0.01%	0.04%	0.20%	0.87%
25	0.02%	0.05%	0.15%	0.44%	1.15%	0.00%	0.01%	0.03%	0.17%	0.78%
26	0.01%	0.04%	0.12%	0.39%	1.06%	0.00%	0.00%	0.03%	0.14%	0.70%
27	0.01%	0.03%	0.10%	0.34%	0.98%	0.00%	0.00%	0.02%	0.11%	0.63%
28	0.01%	0.02%	0.08%	0.29%	0.91%	0.00%	0.00%	0.01%	0.09%	0.57%

Continuación de la tabla anterior:

Tabla 21.2

Probabilidad de que haya “n” clientes en el sistema de Caja

P(n)	20 días	19 días	18 días	17 días	16 días	15 días	14 días	13 días	12 días	11 días
29	0.01%	0.02%	0.07%	0.26%	0.84%	0.00%	0.00%	0.01%	0.08%	0.51%
30	0.00%	0.01%	0.06%	0.22%	0.78%	0.00%	0.00%	0.01%	0.06%	0.46%
31	0.00%	0.01%	0.05%	0.20%	0.72%	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.41%
32	0.00%	0.01%	0.04%	0.17%	0.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.37%
33	0.00%	0.01%	0.03%	0.15%	0.62%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.33%
34	0.00%	0.01%	0.03%	0.13%	0.58%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.30%
35	0.00%	0.00%	0.02%	0.11%	0.53%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.27%
36	0.00%	0.00%	0.02%	0.10%	0.49%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.24%
37	0.00%	0.00%	0.01%	0.09%	0.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.22%
38	0.00%	0.00%	0.01%	0.07%	0.42%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.19%
39	0.00%	0.00%	0.01%	0.07%	0.39%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.17%
40	0.00%	0.00%	0.01%	0.06%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.16%
41	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.34%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.14%
42	0.00%	0.00%	0.01%	0.04%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.13%
43	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.11%
44	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.27%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%
45	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.25%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%
46	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%
47	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%
48	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.20%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%
49	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%
50	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
51	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
52	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%
53	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%
54	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%
55	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%
56	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.11%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%

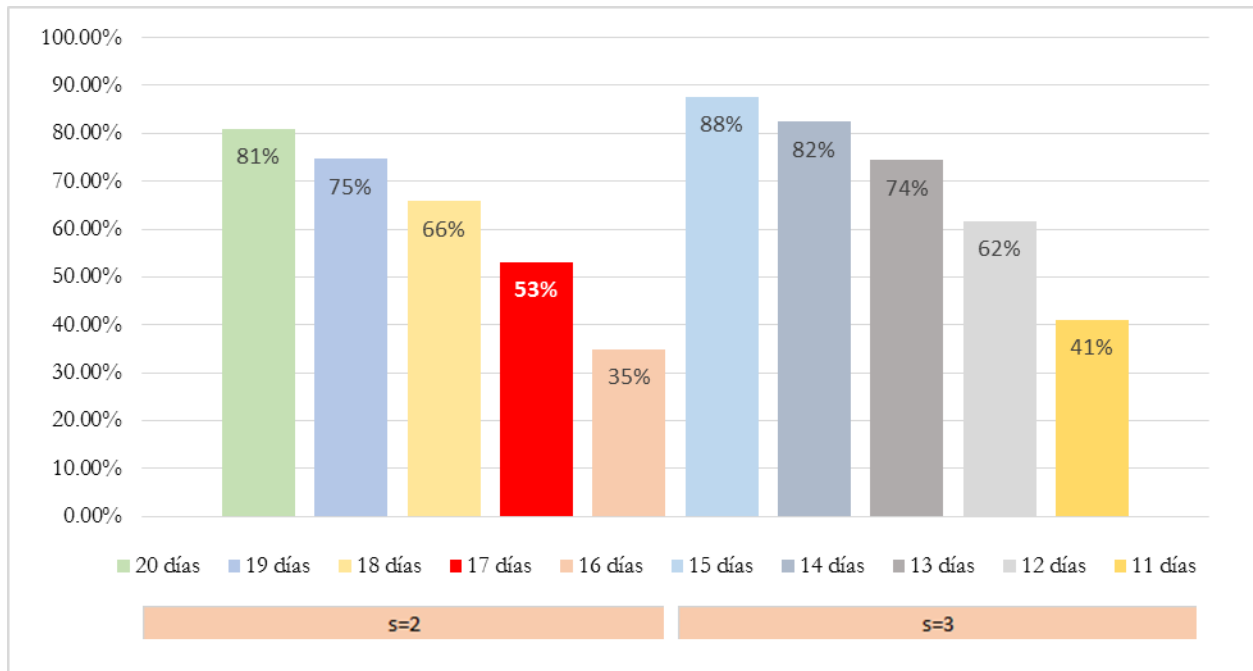


Figura #9 Probabilidad de que haya 5 menos clientes en Caja

La alternativa que tomamos como más conveniente fue la 4, en la que en un periodo de 17 días, acuden aproximadamente 33 estudiantes al departamento, estos serán atendidos por 2 cajeras las cuales estarán utilizando un 87% de su tiempo teniendo un 13% para cualquier otra actividad que le asigne su supervisor inmediato.

Con esta alternativa los estudiantes estarían esperando aproximadamente 10 minutos por ser atendidos, lo que daría solución al problema de las largas líneas de espera que se forman en este departamento.

6.1.3.2 Cobro de Matrícula

A diferencia del departamento de Caja, a este departamento los estudiantes no deben pasar obligatoriamente, puesto que aquí solo se verifica si un estudiante becado puede pasar por Caja y el monto a pagar de cualquier estudiante. Un estudiante puede verificar su monto por internet, así que estos no tienen que pasar por este departamento, por lo que los únicos que tendrían que pasar por Cobro de Matrícula serían los estudiantes becados.

Según los datos obtenidos en la universidad, el 30% del total de los estudiantes es becado, esto corresponde a 1423 estudiantes ($4743 * 0.30$).

Tabla 22

Datos de entrada simulación en Cobro de Matrícula

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
λ	8.89	9.36	9.88	10.46	11.12	11.86	12.71	13.68	14.82	16.17	clientes/hora
μ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	clientes/hora
ρ	74.11%	78.02%	82.35%	87.19%	92.64%	74.11%	79.41%	85.52%	92.64%	80.85%	-
s	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	servidores
k	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	clientes

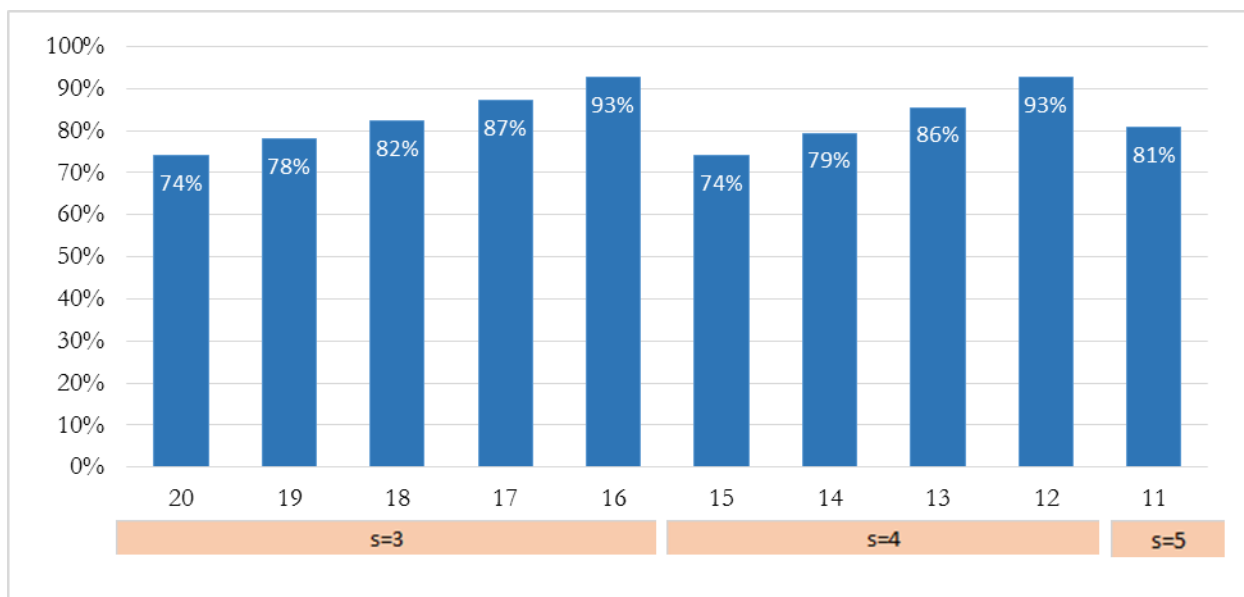


Figura #10 Relación entre los días de pago y la tasa de utilización en Cobro de Matrícula

Obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 23

Resultados del modelo de la simulación en Cobro de Matrícula

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
L	3.38	3.75	4.18	4.68	5.27	3.89	4.37	4.96	5.66	5.01	clientes
Lq	1.19	1.45	1.78	2.18	2.66	0.97	1.28	1.68	2.20	1.11	clientes
W	18.20	19.58	21.21	23.13	25.34	15.07	16.29	17.79	19.62	14.33	minutos
Wq	8.12	9.50	11.13	13.05	15.26	4.99	6.21	7.71	9.54	4.25	minutos
P(n=k)	1.36%	1.99%	2.91%	4.23%	6.10%	1.65%	2.65%	4.23%	6.68%	3.50%	-
λ^*	8.77	9.18	9.59	10.02	10.44	11.66	12.37	13.10	13.83	15.60	clientes

Tabla 24

Probabilidad de que haya “n” clientes en el sistema de Cobro de Matrícula

P(n)	20 días	19 días	18 días	17 días	16 días	15 días	14 días	13 días	12 días	11 días
0	8.13%	6.78%	5.47%	4.25%	3.14%	4.17%	3.13%	2.22%	1.45%	1.39%
1	18.08%	15.86%	13.51%	11.11%	8.73%	12.35%	9.96%	7.59%	5.38%	5.64%
2	20.10%	18.56%	16.69%	14.53%	12.13%	18.31%	15.81%	12.98%	9.97%	11.39%
3	14.90%	14.48%	13.75%	12.67%	11.24%	18.09%	16.74%	14.80%	12.31%	15.35%
4	11.04%	11.30%	11.32%	11.05%	10.42%	13.41%	13.29%	12.66%	11.40%	15.51%
5	8.18%	8.81%	9.32%	9.63%	9.65%	9.94%	10.56%	10.83%	10.56%	12.54%
6	6.07%	6.87%	7.68%	8.40%	8.94%	7.37%	8.38%	9.26%	9.79%	10.14%
7	4.50%	5.36%	6.32%	7.32%	8.28%	5.46%	6.66%	7.92%	9.07%	8.20%
8	3.33%	4.18%	5.21%	6.39%	7.67%	4.05%	5.29%	6.77%	8.40%	6.63%
9	2.47%	3.26%	4.29%	5.57%	7.11%	3.00%	4.20%	5.79%	7.78%	5.36%
10	1.83%	2.55%	3.53%	4.85%	6.58%	2.22%	3.33%	4.95%	7.21%	4.33%
11	1.36%	1.99%	2.91%	4.23%	6.10%	1.65%	2.65%	4.23%	6.68%	3.50%

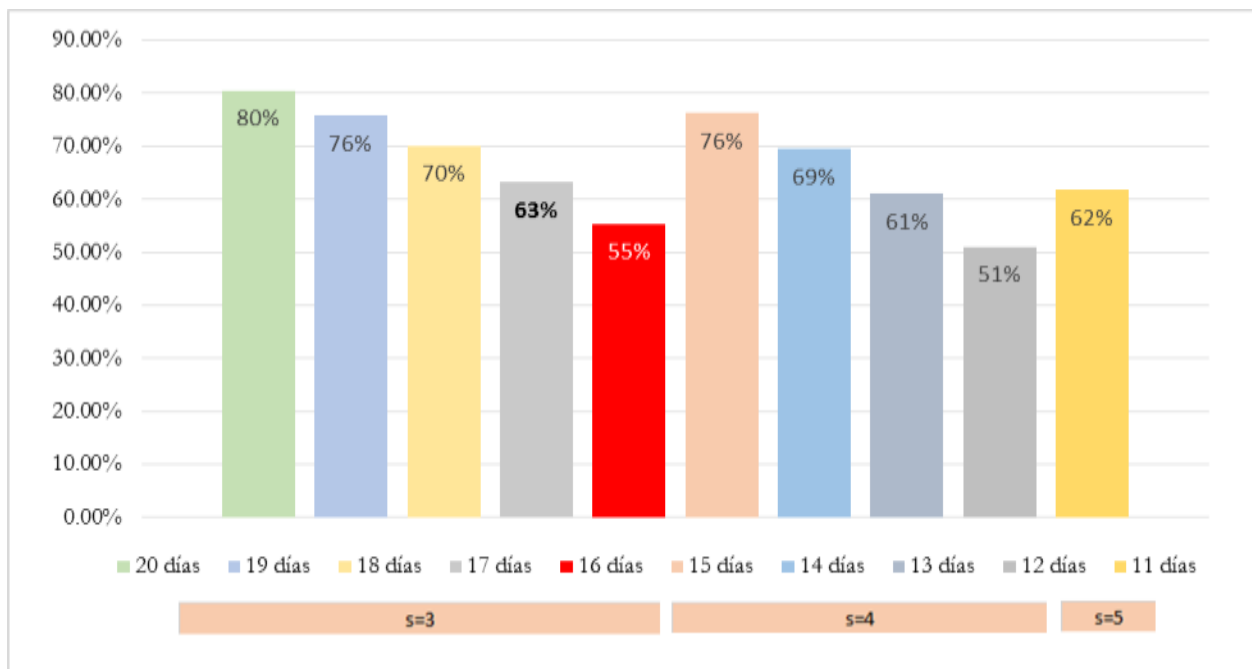


Figura #11 Probabilidad de que haya 5 o menos clientes en Cobro de Matrícula alternativa elegida

La alternativa que tomamos como la más conveniente de las tablas anteriores fue la 5, en la que en 16 días, tres servidores van a atender la totalidad de los estudiantes que acuden al departamento de Cobro de Matrícula los cuales serán aproximadamente 11 utilizando el 93% de su tiempo.

Los estudiantes solo tendrán que esperar en algunas ocasiones 15 minutos para ser atendidos.

6.1.3.3 Comisión de Horarios

Al igual que en el departamento de Cobro de Matrícula, los estudiantes no deben pasar por este departamento obligatoriamente, solo cuando tienen problemas con su horario, así que no es posible determinar con exactitud la cantidad de estudiantes que acudirán a este departamento.

Una de las dificultades más comunes que se presentan a la hora de modificar el horario de asignaturas es que el sistema Akademia no permite agregar créditos extras a menos que se lleve a Comisión de Horarios un comprobante que indique que se tiene índice es mayor a 3.0. Si los estudiantes pudieran agregar créditos extras a su horario de manera automática a través del sistema la cantidad de estudiantes que acuden a Comisión de Horarios se reducirá, y solo tendrán que acudir los estudiantes de nuevo ingreso. El último cuatrimestre, la cantidad de estudiantes de nuevo ingreso

fue el 11% de la totalidad de estudiantes que se encuentran en la universidad, lo que da una cantidad de 522 estudiantes.

Tomando en cuenta la cantidad de estudiantes que puede atender un servidor de este departamento en una hora obtenemos:

Tabla 25

Datos de entrada de la simulación en Comisión de Horarios

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
λ	3.26	3.43	3.63	3.84	4.08	4.35	4.66	5.02	5.44	5.93	clientes/hora
μ	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	clientes/hora
ρ	54.38%	57.24%	60.42%	63.97%	67.97%	72.50%	77.68%	83.65%	90.63%	49.43%	-
s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	servidores
k	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	clientes

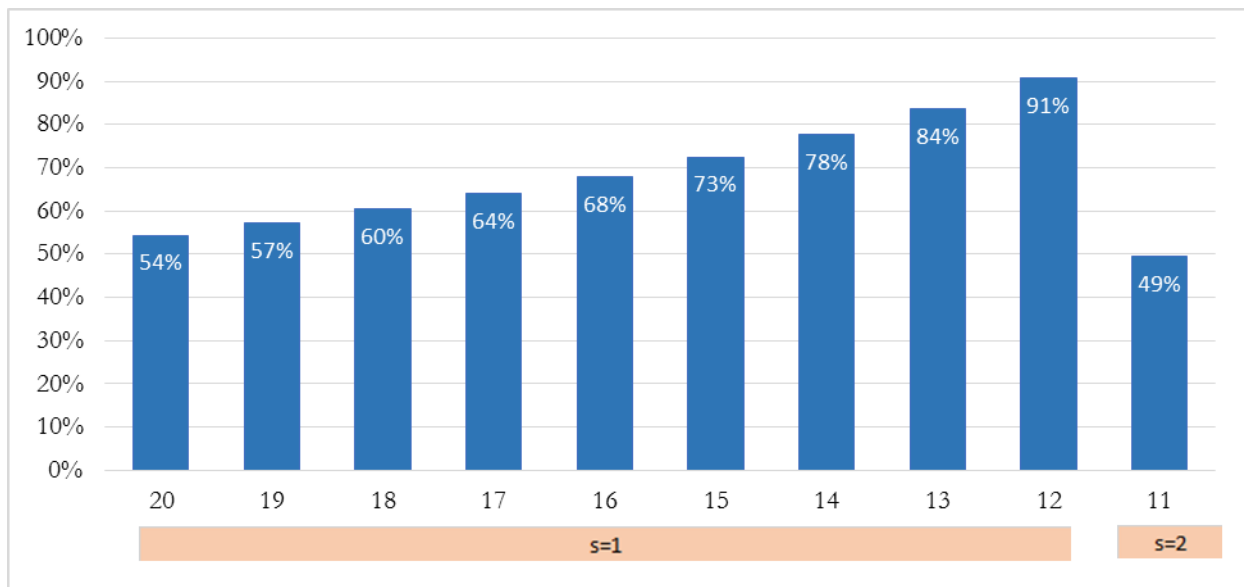


Figura #12 Relación entre los días de pago y la tasa de utilización en Comisión de Horarios

Obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 26

Resultados del modelo simulación en Comisión de Horarios

Disponibilidad	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	días
L	1.19	1.34	1.52	1.77	2.10	2.58	3.29	4.36	5.98	1.31	clientes
Lq	0.65	0.77	0.92	1.13	1.43	1.86	2.51	3.53	5.09	0.32	clientes
W	21.99	24.50	26.58	29.39	32.16	36.66	43.76	53.82	68.82	14.35	minutos
Wq	11.91	13.37	15.23	17.67	20.98	25.64	32.45	42.58	57.41	3.23	minutos
P(n=k)	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%	0.12%	0.31%	0.82%	2.12%	0.00%	-
λ^*	3.26	3.43	3.62	3.84	4.08	4.34	4.65	4.98	5.32	5.93	clientes

Tabla 27

Probabilidad de que haya “n” clientes en el sistema de Comisión de Horarios

P(n)	20 días	19 días	18 días	17 días	16 días	15 días	14 días	13 días	12 días	11 días
0	45.63%	42.77%	39.59%	36.04%	32.06%	27.58%	22.56%	17.03%	11.30%	33.84%
1	24.81%	24.48%	23.92%	23.06%	21.79%	20.00%	17.52%	14.25%	10.24%	33.46%
2	13.49%	14.01%	14.45%	14.75%	14.81%	14.50%	13.61%	11.92%	9.28%	16.54%
3	7.34%	8.02%	8.73%	9.43%	10.07%	10.51%	10.57%	9.97%	8.41%	8.17%
4	3.99%	4.59%	5.27%	6.04%	6.84%	7.62%	8.21%	8.34%	7.62%	4.04%
5	2.17%	2.63%	3.19%	3.86%	4.65%	5.53%	6.38%	6.98%	6.90%	2.00%
6	1.18%	1.50%	1.93%	2.47%	3.16%	4.01%	4.96%	5.84%	6.26%	0.99%
7	0.64%	0.86%	1.16%	1.58%	2.15%	2.90%	3.85%	4.88%	5.67%	0.49%
8	0.35%	0.49%	0.70%	1.01%	1.46%	2.11%	2.99%	4.08%	5.14%	0.24%
9	0.19%	0.28%	0.42%	0.65%	0.99%	1.53%	2.32%	3.42%	4.66%	0.12%
10	0.10%	0.16%	0.26%	0.41%	0.67%	1.11%	1.80%	2.86%	4.22%	0.06%
11	0.06%	0.09%	0.15%	0.26%	0.46%	0.80%	1.40%	2.39%	3.82%	0.03%
12	0.03%	0.05%	0.09%	0.17%	0.31%	0.58%	1.09%	2.00%	3.47%	0.01%
13	0.02%	0.03%	0.06%	0.11%	0.21%	0.42%	0.85%	1.67%	3.14%	0.01%
14	0.01%	0.02%	0.03%	0.07%	0.14%	0.31%	0.66%	1.40%	2.85%	0.00%
15	0.00%	0.01%	0.02%	0.04%	0.10%	0.22%	0.51%	1.17%	2.58%	0.00%
16	0.00%	0.01%	0.01%	0.03%	0.07%	0.16%	0.40%	0.98%	2.34%	0.00%
17	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%	0.12%	0.31%	0.82%	2.12%	0.00%

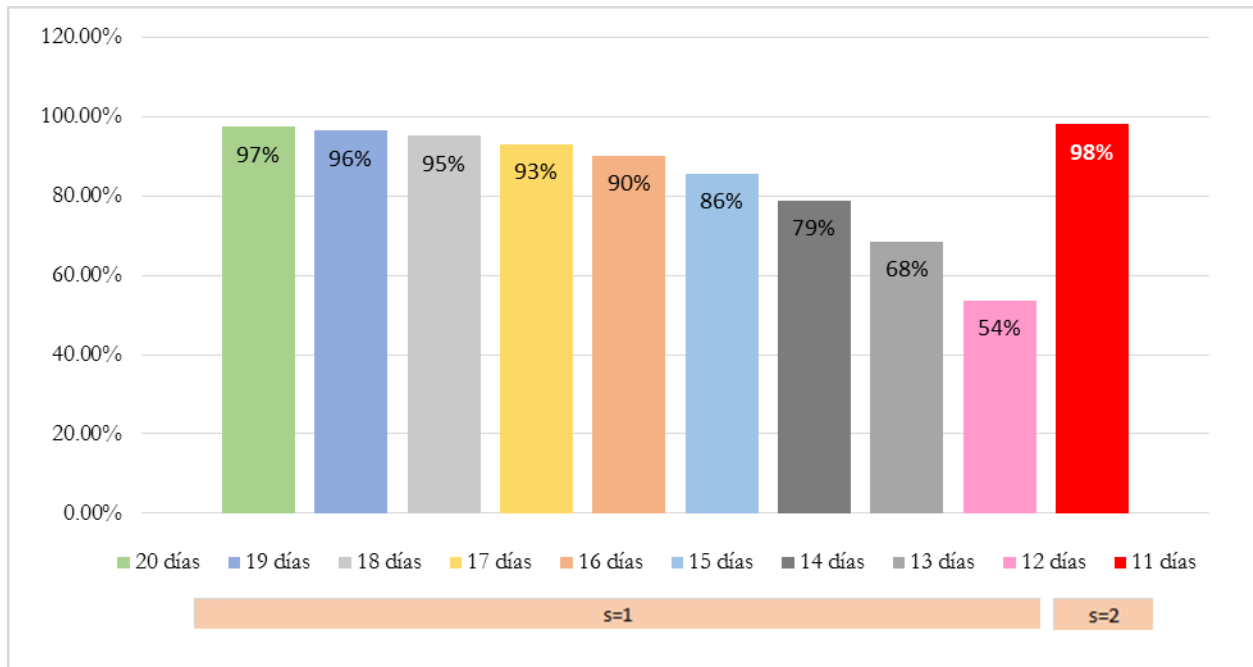


Figura #13 Probabilidad de que haya “n” clientes en Comisión de Horarios

Con la décima alternativa, la cual constaría de un periodo de 11 días, 2 servidores atenderán la totalidad de los estudiantes utilizando el 50% de su tiempo y los estudiantes solo tendrán que esperar aproximadamente 3 minutos para ser atendidos. Elegimos esta alternativa porque actualmente en este departamento tienen 2 días para atender a todos los estudiantes, teniendo los servidores que trabajar horas extras.

CAPÍTULO VII ESTUDIO ECONÓMICO

7.1 Propuesta económica del sistema

Luego de haber definido y explicado las variables del sistema para cada uno de los departamentos de servicios estudiantiles de la UNPHU, procederemos a presentar la propuesta ofrecida por la compañía SIDESYS la cual, a través del sistema de gestión de filas e-Flow y Citas, nos podrá elaborar la plataforma necesitada.

A continuación se muestra la cotización del sistema:

Cotización								
Sidesys		Cliente: UNPHU				Fecha: 5/9/2014		
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Descuentos		Oferta	
LIS	Licencia Estándar software e-Flow (hasta 9 puestos)	1	USD 5,340.00	USD 5,340.00			USD 5,340.00	
L.C	Licencia citas	1	USD 2,000.00	USD 2,000.00	\$200.00		USD 1,800.00	
Subtotal Licencias			USD 7,340.00	USD 7,340.00	USD 200.00		USD 7,140.00	
	Soporte Anual 2do. Nivel remoto	1	USD 1,321.20	USD 1,321.20	USD 330.30		USD 990.90	
	Gerenciamiento de proyecto	40	USD 47.00	USD 1,880.00	USD 564.00		USD 1,316.00	
	Diseño estética	1	USD 750.00	USD 750.00	USD 150.00		USD 600.00	
SCU	Instalación	1	USD 890.00	USD 890.00			USD 890.00	
Subtotal Servicios Profesionales				USD 4,841.20	USD 1,044.30		USD 3,796.90	
Total Licencias + Servicios				USD 12,181.20	USD 1,244.30		USD 10,936.90	
LA PRESENTE PROPUESTA NO INCLUYE ITBIS								

Figura #14 Cotización de la plataforma

Como podemos observar en la figura #14, la licencia el sistema de gestión de filas e-Flow es de hasta 9 servidores y en nuestro Estudio Técnico solo necesitaremos 7 servidores en total para los departamentos de servidores estudiantiles, por lo cual los 2 puestos restantes podrían ser aplicados a otros departamentos.

Con relación a las condiciones de forma de pago tenemos lo siguiente:

Tabla 28

Condiciones para la forma de pago de la plataforma

Ítem	Forma de pago
Licencias	50% contra O.C. - 50% a 30 días
Otros servicios de único pago	50% contra O.C. - 50% Contra prestación
Soporte Annual	Contra instalación

CAPÍTULO VIII DISEÑO DE LA PLATAFORMA

8.1 Descripción del sistema

Citas es un sistema que permite obtener, mediante teléfono celular o internet, una cita o agenda para lugares de atención al público. De esta forma se reducen las esperas innecesarias al generarse un turno para la fecha y hora programada.



Figura #15 Etapas de un usuario al utilizar la plataforma

Desde cualquier lugar y en cualquier momento Citas permite obtener un turno, consultarlo o cancelarlo. Mediante el sistema cada cliente obtendrá un servicio diferencial al tener prioridad sobre los demás turnos emitidos dentro de la misma sucursal. De esta manera se administra mejor el tiempo ya que se evitan las esperas innecesarias. Adicionalmente, Citas brindará un servicio de recordatorio notificando con anticipación la agenda tomada.

Desde el punto de vista de la entidad emisora, Citas permite optimizar la distribución de acceso a sucursales y mejorar la previsibilidad de carga en la atención al público. El sistema permite administrar fechas, horas, tipo de operación y cantidad de turnos por hora factibles de emisión.

8.2 Características del sistema

- Optimiza la distribución de acceso a las sucursales.
- Brinda mayor previsibilidad de la carga de atención al público.
- Es fácilmente accesible vía internet y/o celular, por medio de interfaz gráfica o SMS.
- Ofrece un servicio diferencial a los clientes.
- Evita las esperas innecesarias.
- Posee un servicio de recordatorio o preaviso de cita.
- Brinda información estadística de turnos pre-agendados y finalmente procesados.

8.3 Funcionamiento del sistema

Citas permite obtener un turno a través de internet y/o celular (interfaz gráfica o SMS), realizando una sencilla operación que dará como resultado un código de cita pre-agendada. De igual

forma presenta la información necesaria con relación a los documentos que se deben de tener a mano al momento de asistir a cada departamento, dependiendo de la transacción deseada.

8.3.1 Interfaz gráfica

Mediante la interfaz gráfica accesible vía internet o celular, se deberá ingresar usuario y contraseña, seleccionar la operación del menú deseada (crear, consultar, cancelar) y finalmente indicar el lugar, la fecha y la operación a realizarse.



Figura #16 Equipos que puede utilizar un usuario para registrarse

Una vez concluida la acción, el sistema entregará el código de cita agendada y enviará un recordatorio de la misma minutos antes de la hora indicada.



Figura #17 Proceso de registro en la plataforma

8.3.2 SMS

Mediante el celular se podrá enviar un mensaje de texto o SMS (al número local definido por la entidad), indicando lugar, día y operación a realizarse. (Ej. SMS al 2020 con el texto “turno suc1 12 16 15 compra”).



Figura #19 Realización del turno por SMS

Al finalizar, el sistema entregará un código de cita agendada y enviará luego un recordatorio de la misma.



Figura #20 Código de cita agendada

Al momento de asistir a la sucursal se deberá ingresar el código de cita asignado para obtener su turno de atención priorizado.



Figura #21 Usuario registrándose al llegar a la institución

8.3.3 Variaciones en las citas

El usuario tendrá un tiempo acotado para llegar a su cita con una tolerancia de ± 5 mins, es decir, que si un estudiante programa una cita para las 11:00 am y llega a las 10:55 am y el servidor está disponible podrá ser atendido, de igual forma ocurre si el estudiante llega a las 11:05 am.

En el caso de que por alguna razón el estudiante no asista a su cita, el sistema tiene la opción de reprogramar la misma, pero en este caso el sistema es el que va a mostrar las opciones de día y hora entre las fechas donde existan cupos disponibles o en caso de que haya cancelaciones de citas.

CAPÍTULO IX CONSIDERACIONES FINALES

9.1 Conclusión

Como consideraciones finales tenemos que la forma más efectiva de resolver la problemática de las largas colas que deben de hacer los estudiantes al momento de ser atendidos en los departamentos de servicios estudiantiles, es diseñando el sistema de Citas, por medio del cual tendrán la oportunidad de realizar citas previas a su visita a los distintos departamentos; con la finalidad de controlar y establecer una capacidad de cola limitada y adecuada para que cada estudiante sea atendido de la forma más eficiente posible.

Según los datos obtenidos, al momento de utilizar el sistema de Citas, tendremos que en el departamento de Caja, contando con 17 días de pago, con 2 cajeras, una tasa de servicio de 19 estudiantes/(hora * servidor) y una tasa de llegada de 33.13 clientes/hora, lograremos una tasa de utilización de un 87.19%, lo cual permite que las cajeras tengan la oportunidad de trabajar y no sentirse agobiadas sin un momento de respiro.

De igual forma pudimos obtener, que la cantidad de clientes en el sistema, será de 8 estudiantes aproximadamente, y que en la cola habrán 6 estudiantes, lo cual da como resultado un tiempo de espera en el sistema de 20.05 minutos y en la cola un tiempo de espera de 10 minutos.

Haciendo una comparación con la situación actual, podremos darnos cuenta de que el tiempo de espera en el sistema queda reducido en un 33%, de igual modo el tiempo de espera en la cola queda reducido en un 44%.

En otra instancia, para el departamento de Cobro de Matrícula contando con 16 días de pago, con 3 servidores, una tasa de servicio de 4 estudiantes/hora por servidor y una tasa de llegada de 11.12 clientes/hora, lograremos una tasa de utilización de un 92.64%, con lo cual pudimos concluir en que la cantidad de clientes en el sistema, será de 6 estudiantes aproximadamente, y que en la cola habrán 3 estudiantes, lo cual da como resultado un tiempo de espera en el sistema de 25.34 minutos y en la cola un tiempo de espera de 15.26 minutos.

Haciendo una comparación con la situación actual, podremos darnos cuenta de que el tiempo de espera en el sistema queda reducido en un 40%.

Ya por último, tenemos el caso del departamento de Comisión de Horarios, donde contando con 11 días de pago, con 2 servidores, una tasa de servicio de 6 estudiantes/hora por servidor y una tasa de llegada de 5.93 clientes/hora, lograremos una tasa de utilización de un 49.43%, con lo cual pudimos concluir en que la cantidad de clientes en el sistema, será de 2 estudiantes aproximadamente, y que en la cola habrá 1 estudiantes lo cual da como resultado un tiempo de espera en el sistema de 14.35 minutos y en la cola un tiempo de espera de 3.23 minutos.

Si hacemos una comparación con la situación actual, obtendremos que el tiempo de espera en el sistema queda reducido en un 23%, de igual modo el tiempo de espera en la cola queda reducido en un 18%.

Con lo expresado anteriormente, los estudiantes de la UNPHU hemos cumplido con los objetivos expresados al inicio, al igual que con las recomendaciones de los estudiantes encuestados, ya que con Citas podrán disminuir el tiempo de espera para realizar sus transacciones en los departamentos de servicios estudiantiles, al igual que obtener la información necesaria para hacerlo.

El beneficio principal que traerá nuestro proyecto a la universidad es la satisfacción del estudiante. Conocer la opinión de éste le permite a la institución determinar sus propias fortalezas y debilidades, lo cual le permitirá trazar estrategias de mejora las cuales le darán a la universidad un

nivel de prestigio mayor ante la sociedad, además de que le ayudará a llevar un control de los datos suministrados al momento de que el estudiante es atendido.

9.2 Recomendaciones

Uno de los inconvenientes que se presentan a la hora de pagar en línea es que la UNPHU solo tiene acuerdos de pago con una entidad bancaria, el banco BHD; una de nuestras recomendaciones es que se hagan acuerdos con otros bancos, por ejemplo el Banco Popular Dominicano, el cual tiene una facilidad llamada T pago con la cual los estudiantes pueden hacer sus transacciones desde su casa e incluso desde su teléfono móvil.

El principal motivo por el que los estudiantes acuden a Comisión de Horarios es para agregar materias solicitando extra créditos, puesto que el sistema Akademia no les permite tomarlos aunque el estudiante tenga el índice mayor a 3.0 que es el requisito para solicitar extra créditos.

Nuestra segunda sugerencia es una modificación al sistema existente en la institución, de forma que a los estudiantes que tienen un índice mayor a 3.0 les permita automáticamente poder tomar extra créditos.

Otra de las operaciones que hace que los estudiantes pierdan tiempo es ir al departamento de Cobro de Matrícula a verificar su monto a pagar en caso de cualquier estudiante, y en caso de los

estudiantes becados el ir a verificar si su beca está vigente ese cuatrimestre; el sistema Akademia, puesto que tiene todo lo referente al estudiante puede tener estas informaciones para que de este modo disminuya la cantidad de personas que asistan a este departamento.

CAPÍTULO X REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10.1 Bibliografía

Abad, R. C. (2002). *Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas*. Coruña: Netbiblo.

David de la Fuente García, R. P. (2001). *Teoría de líneas de espera modelos de colas*. Asturias: Universidad de Oviedo.

Frederick S. Hillier, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Santa Fe: McGraw Hill.

Sampieri, R. H. (1997). *Metodología de la investigación*. Atlacomulco: McGraw Hill.

10.2 Referencias de internet

Cué, J. L. (2007). Obtenido de Probabilidad y estadística: colposfesz.galeon.com

Micheli, F. d. (2013). Obtenido de Sidesys IT solutions: sidesys.com

ONE. (2014). Obtenido de Oficina Nacional de Estadística: one.gob.do

Tecmilenio, U. (2011). Obtenido de Analisis de decisiones: cursos.tecmilenio.edu.mx

UNPHU. (2012). Obtenido de Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña: unphu.edu.do

CAPÍTULO XI ANEXOS

11.1 Anexo A

Imágenes de la situación actual en los departamentos de servicios estudiantiles



Anexo A.1 Líneas de espera en Comisión de Horarios



Anexo A.2 Estudiantes llenando la encuesta



Anexo A.3 Estudiantes llenando la encuesta



Anexo A.4 Estudiantes llenando la encuesta



Anexo A.5 Estudiantes llenando la encuesta



Anexo A.6 Departamento de Caja en un día de poco flujo



Anexo A.7 Departamento de Caja en un día de mucho flujo

11.2 Anexo B

Encuesta aplicada a los estudiantes

I. Información del estudiante

Como estudiantes de la UNPHU, nos interesa conocer su grado de satisfacción con relación a los servicios que ofrece nuestra universidad. Esta encuesta solo te tomará 1 minuto.

1. Facultad:

- _____ Ciencias y tecnología (ingeniería, geomática, agrimensura)
- _____ Ciencias de la salud (medicina, odontología y farmacia)
- _____ Ciencia económicas y sociales (contabilidad, adm. Hotelera, adm. De empresas y mercadeo)
- _____ Ciencias políticas y jurídicas (derecho)
- _____ Educación y humanidades (psicología, educación básica y especial)
- _____ Arquitectura y artes (arquitectura y diseño)
- _____ Ciencias agropecuarias y recursos naturales (veterinaria y agronomía)

2. Año (s) en la facultad:

- _____ 1 año
- _____ 2 años
- _____ 3 años
- _____ 4 años
- _____ Más de 4 años

3. ¿Es usted becado?

- _____ Sí
- _____ No

II. Satisfacción en general

4. Valora las siguientes afirmaciones:

	1. Muy insatisfecho	2. Insatisfecho	3. Satisfecho	4. Muy satisfecho	5. No aplica
Organización en el proceso de matriculación	_____	_____	_____	_____	_____
Manejo de las fechas de pago	_____	_____	_____	_____	_____
Manejo de las transacciones de los estudiantes becados	_____	_____	_____	_____	_____
Formación de colas en los departamentos de servicios	_____	_____	_____	_____	_____
Manejo de las solicitudes de extracreditos	_____	_____	_____	_____	_____
Modificación de asignaturas seleccionadas	_____	_____	_____	_____	_____

5. ¿Cuánto tiempo le toma pagar en caja?

- _____ 1-5 mins
- _____ 6-15 mins
- _____ 16-30 mins
- _____ Más de 1 hora

6. ¿Cuáles inconvenientes se le presentan a la hora de pagar en caja?

- Colas muy largas
 Falta de información
 Ninguno
 Otro (Por favor especifique)
-

7. ¿Cuánto tiempo le toma modificar o agregar una asignatura a tu selección de materias del cuatrimestre?

- 1-5 mins
 6-15 mins
 16-30 mins
 Más de 1 hora

8. ¿Cuáles inconvenientes se le presentan al momento de modificar o agregar una asignatura a tu selección del cuatrimestre en Comisión de horarios?

- Colas muy largas
 Falta de información
 Ninguno
 Otro (Por favor especifique)
-

9. ¿Cuánto tiempo le toma realizar cualquier transacción en Cobro de matrícula?

- 1-5 mins
 6-15 mins
 16-30 mins
 Más de 1 hora

10. ¿Estaría dispuesto a tener que entrar a una página web (o llamar a una extensión del número telefónico de la UNPHU) para hacer una cita previa a su visita a los departamentos de servicios estudiantiles?

- Sí
 No

11. ¿Cómo mejorarías el método de atención al estudiante en los departamentos de servicios estudiantiles en nuestra universidad?

Anexo B.1 Encuesta en línea

HOJA DE EVALUACIÓN

Jazmín Ruiz Castellanos
Sustentante

Lorena González Muñoz
Sustentante

Ing. Marcelino Paniagua
Asesor

Jurado Evaluador

Presidente del jurado

Miembro del jurado

Miembro del jurado

Ing. Miguel R. Mustafá Medina
Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Jazmín Ruiz Castellanos
10-1002

Lorena González Muñoz
10-0661

Calificación numérica

Calificación numérica

Calificación alfabética

Calificación alfabética

Fecha